

Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento de plástico y basura marina

Trabajo de final de grado



Facultat de Nàutica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Trabajo realizado por:
Jordi Andreu Bonet Catalunya

Dirigido por:
Sergio Velásquez Correa

Grado en sistemas y tecnologías navales

Barcelona, Julio 2019

Departamento de Ciencia e Ingenierías Náuticas



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat de Nàutica de Barcelona



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina



Agradecimientos

Agradecer profundamente a mi pareja el apoyo durante los momentos duros del trabajo.
También a mi padre y mi hermana por el apoyo recibido y la motivación. Por último,
agradecerle a mi tutor la ayuda proporcionada durante todo este proyecto.



Resumen

Es evidente que actualmente a nivel mundial existe una crisis de contaminación marina mayormente compuesta por plástico, también conocida por otros autores como basura marina.

Con el siguiente proyecto se pretende modificar un buque granelero con el fin de conseguir la recogida y procesamiento de dichos residuos marinos. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio de la situación medioambiental actual con el fin de conocer las cantidades de residuos plásticos, su localización y los tipos conocidos. También se han tenido en cuenta los proyectos que se han realizado hasta la actualidad, con el fin de contextualizar las soluciones existentes.

Una vez conocida la situación de los plásticos, se ha procedido a realizar la búsqueda de la maquinaria e instalaciones más apropiadas para este proyecto. Es por ello, que el grueso del mismo se divide en tres partes; la primera se basa en la especificación de dicha maquinaria y el diseño del sistema de recogida. La segunda parte se centra en la búsqueda de la normativa existente con el fin de verificar que las modificaciones necesarias en el buque son viables. La tercera parte consisten en el análisis de los costes de la maquinaria y las modificaciones.

El resultado del estudio demuestra la viabilidad del proyecto a nivel de modificación del buque y su eficacia, pero por el contrario no su eficiencia, ya que los costes resultan ser elevados. Cabe resaltar que se trata de un proyecto de prototipado de un buque, por ello los resultados, cálculos y dimensiones pueden no ser los definitivos en fases más maduras del proyecto.



Abstract

Nowadays there is a world crisis of marine pollution mostly composed of plastic, also known by other authors as marine litter.

The following project pretends to modify a bulk carrier in order to obtain the collection and processing of said marine waste. For this, a study of the current environmental situation has been carried out in order to know the quantities of plastic waste, its location and the known types. The projects that have been carried out up to the present have also been taken into account to contextualize the existing solutions.

Once the situation of plastics is known, we have proceeded to search for the most appropriate machinery and facilities for this project. That is why, the bulk of it is divided into three parts; the first one is based on the specification of said machinery and the design of the collection system. The second part focuses on the search of the existing regulations in order to verify that the necessary modifications in the bulk carrier are viable. The third part consists of the analysis of the costs of the machinery and the modifications.

The result of the study demonstrates the viability of the project at the level of modification of the ship and its effectiveness but on the contrary not its efficiency, since the costs turn out to be high. It should be noted that it is a prototyping project of a bulk carrier, so the results, calculations and dimensions may not be the final ones in more mature phases of the project.



Tabla de contenido

Agradecimientos.....	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Listado de figuras.....	VIII
Listado de tablas.....	XI
Listado de abreviaturas.....	XII
Introducción	1
Capítulo 1: Los plásticos y la problemática ambiental	2
1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA.....	2
1.1 Historia y evolución de la problemática.....	2
1.2 Localización.....	3
1.3 Situación del problema	4
1.4 Normativas	5
2. TIPOS DE PLÁSTICOS	5
2.1 Macro plásticos.....	5
2.1.1 Efectos sobre la vida marina y hábitat	6
2.2 Micro plásticos.....	6
2.2.2 Efectos sobre la vida marina y hábitat	7
2.3 Clasificación de los plásticos según su origen	8
2.4 Mecanismos de reciclaje	12
3. OTROS TIPOS DE MATERIALES.....	12
4. SOLUCIONES EXISTENTES	13
4.1 Ocean Clean Up.....	13
4.2 Basura marina. Proyecto SeaBin.....	15
4.3 Organizaciones de limpieza de playas y mares.....	16
5. VISIÓN DE FUTURO A NIVEL GLOBAL	17
Capítulo 2: El buque	18
1. SELECCIÓN DEL BUQUE	18
1.1 Características del buque.....	18
1.1.1 Estructura	18
1.1.2 Servicios del buque.....	19
1.1.3 Normativa del buque	21
Capítulo 3: Planta recicladora y planta de procesado.....	22
1. PLANTA RECICLADORA	22
1.1 Elementos y características.....	22
1.2 Tipos de plásticos que puede tratar.....	27
2. PLANTA DE PROCESADO	27
2.1 Elementos y características.....	28
3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	30
Capítulo 4: Método de recogida.....	32



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

1.	SISTEMA DE RECOGIDA	32
1.1	<i>Diseño</i>	34
1.2	<i>Características</i>	35
1.3	<i>Dimensionamiento</i>	37
1.4	<i>Normativa</i>	61
Capítulo 5: Modificaciones en el buque		62
1.	EFICIENCIA DEL BUQUE	62
1.1	<i>Métodos de incrementar la eficiencia</i>	62
1.2	<i>Instalación en el buque</i>	64
1.3	<i>Normativa</i>	66
2.	ADAPTACIÓN DE LAS BODEGAS DEL BUQUE	70
2.1	ADAPTACIÓN DE LAS CUBIERTAS DE BODEGAS	72
2.2	<i>Modificaciones necesarias para la instalación de la maquinaria</i>	73
2.3	<i>Normativa</i>	77
3.	ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL BUQUE	85
3.1	<i>Sistema de combustible</i>	85
3.2	<i>Sistema de aguas</i>	85
3.3	<i>Eléctrico</i>	86
3.4	<i>Hidráulico</i>	87
4.	DISPOSICIÓN DE LA PLANTA DEL BUQUE	87
4.1	<i>Disposición cubierta 1</i>	87
4.2	<i>Disposición cubierta 2</i>	88
4.3	<i>Disposición cubierta 3</i>	89
4.4	<i>Buque final</i>	91
Capítulo 6: Costes y beneficios		93
1.	COSTES	93
1.1	<i>Coste del buque</i>	93
1.2	<i>Costes de maquinaria e instalaciones</i>	94
1.3	<i>Coste del artilugio</i>	96
2.	BENEFICIOS	96
Capítulo 7: Conclusiones		99
1.	VIABILIDAD	99
2.	EFFECTIVIDAD	100
3.	RENTABILIDAD	101
4.	IMPACTO	101
5.	DESTINATARIO DEL BUQUE	102
6.	CONCLUSIÓN FINAL	102
Bibliografía		103
Anexo1. Plano Coparm TR1		109
Anexo 2 . Especificaciones de las placas solares		110
Anexo 3. Catálogo de silentblock		112
Anexo 4. Catalogo del carro de desplazamiento		125
Anexo 5. Baterías		127



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

Anexo 6. Planta y perfil cubierta 3	131
Anexo 7. Planta y perfil cubierta 2	131
Anexo 8. Planta y perfil cubierta 1	133



Listado de figuras

ILUSTRACIÓN 1. FUENTE: NOAA.....	4
ILUSTRACIÓN 2 FUENTE UNEP	6
ILUSTRACIÓN 3 FUENTE UNEP	6
ILUSTRACIÓN 4. FUENTE: UNEP	7
ILUSTRACIÓN 5. FUENTE: UNEP	8
ILUSTRACIÓN 6. FUENTE: UNEP	8
ILUSTRACIÓN 7. FUENTE: GREENPEACE.....	11
ILUSTRACIÓN 8. FUENTE: OCEAN CLEAN UP.....	13
ILUSTRACIÓN 9. FUENTE: OCEAN CLEAN UP.....	14
ILUSTRACIÓN 10. FUENTE: OCEAN CLEAN UP.....	14
ILUSTRACIÓN 11. FUENTE: OCEAN CLEAN UP.....	14
ILUSTRACIÓN 12. FUENTE: OCEAN CLEAN UP.....	14
ILUSTRACIÓN 13. FUENTE: OCEAN CLEAN UP.....	15
ILUSTRACIÓN 14. FUENTE: SEABIN.....	15
ILUSTRACIÓN 15. FUENTE: SEABIN.....	16
ILUSTRACIÓN 16. FUENTE: 4OCEAN	17
ILUSTRACIÓN 17. FUENTE: POLYSTAR.....	23
ILUSTRACIÓN 18. FUENTE: POLYSTAR.....	24
ILUSTRACIÓN 19. FUENTE: POLYSTAR.....	24
ILUSTRACIÓN 20. FUENTE: COPARM	25
ILUSTRACIÓN 21. FUENTE: COPARM	25
ILUSTRACIÓN 22. FUENTE: REDWAVE.....	25
ILUSTRACIÓN 23. FUENTE: REDWAVE.....	26
ILUSTRACIÓN 24. FUENTE: REDWAVE.....	26
ILUSTRACIÓN 25. FUENTE: REDWAVE.....	26
ILUSTRACIÓN 26. FUENTE: ADDFIELD	27
ILUSTRACIÓN 27. FUENTE: ADDFIELD	27
ILUSTRACIÓN 28. FUENTE: POLYSTAR.....	28
ILUSTRACIÓN 29. FUENTE: POLYSTAR.....	29
ILUSTRACIÓN 30. FUENTE: MEDITEC.....	29
ILUSTRACIÓN 31	30
ILUSTRACIÓN 32. FUENTE: ITALDIBIPACK.....	30
ILUSTRACIÓN 33. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	31
ILUSTRACIÓN 34. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	32
ILUSTRACIÓN 35. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	33
ILUSTRACIÓN 36. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	34
ILUSTRACIÓN 37. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	34
ILUSTRACIÓN 38. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	35
ILUSTRACIÓN 39. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	36
ILUSTRACIÓN 40. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	38
ILUSTRACIÓN 41. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	42
ILUSTRACIÓN 42. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	47
ILUSTRACIÓN 43. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	47
ILUSTRACIÓN 44. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	48



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

ILUSTRACIÓN 45. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	51
ILUSTRACIÓN 46. FUENTE DUNLOP	54
ILUSTRACIÓN 47. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	55
ILUSTRACIÓN 48. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	56
ILUSTRACIÓN 49. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	60
ILUSTRACIÓN 50 FUENTE: ECO MARINE POWER.....	63
ILUSTRACIÓN 51. FUENTE: TRINASOLAR.....	63
ILUSTRACIÓN 52. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	64
ILUSTRACIÓN 53. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	65
ILUSTRACIÓN 54. FUENTE: FURUKAWADE	66
ILUSTRACIÓN 55. FUENTE: FURUKAWADE	66
ILUSTRACIÓN 56. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2.....	67
ILUSTRACIÓN 57. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2.....	68
ILUSTRACIÓN 58. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2.....	68
ILUSTRACIÓN 59. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2.....	69
ILUSTRACIÓN 60. FUENTE: (47)	70
ILUSTRACIÓN 61. FUENTE: (47)	70
ILUSTRACIÓN 62. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	71
ILUSTRACIÓN 63. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	73
ILUSTRACIÓN 64. FUENTE: SILENTFLEX.....	74
ILUSTRACIÓN 65. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	75
ILUSTRACIÓN 66. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	76
ILUSTRACIÓN 67. FUENTE: ZIMMER	76
ILUSTRACIÓN 68. FUENTE: ZIMMER	77
ILUSTRACIÓN 69. FUENTE: ZIMMER	77
ILUSTRACIÓN 70. FUENTE: EMBARBA	77
ILUSTRACIÓN 71. FUENTE: EMBARBA.....	77
ILUSTRACIÓN 72. FUENTE: DNV-GL SECCIÓN 5 DE LA PARTE 3 DEL CAPÍTULO 12	79
ILUSTRACIÓN 73. FUENTE: DNV-GL SECCIÓN 5 DE LA PARTE 3 DEL CAPÍTULO 12	79
ILUSTRACIÓN 74. FUENTE: DNV-GL SECCIÓN 5 DE LA PARTE 3 DEL CAPÍTULO 12	79
ILUSTRACIÓN 75. FUENTE: DNV-GL SECCIÓN 5 DE LA PARTE 3 DEL CAPÍTULO 12	80
ILUSTRACIÓN 76. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch5.....	81
ILUSTRACIÓN 77. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch5.....	81
ILUSTRACIÓN 78. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8.....	83
ILUSTRACIÓN 79. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8.....	83
ILUSTRACIÓN 80. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8.....	84
ILUSTRACIÓN 81. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8.....	84
ILUSTRACIÓN 82. FUENTE: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8.....	85
ILUSTRACIÓN 83. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	88
ILUSTRACIÓN 84. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	88
ILUSTRACIÓN 85. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	88
ILUSTRACIÓN 86. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	89
ILUSTRACIÓN 87. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	89
ILUSTRACIÓN 88. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	90
ILUSTRACIÓN 89. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	90
ILUSTRACIÓN 90. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	91
ILUSTRACIÓN 91. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	91
ILUSTRACIÓN 92. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	92
ILUSTRACIÓN 93. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	92



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

ILUSTRACIÓN 94. FUENTE: NAVANTIA	94
ILUSTRACIÓN 95. FUENTE: BOE.....	95
ILUSTRACIÓN 96. FUENTE: RECIMEX	97
ILUSTRACIÓN 97. FUENTE: ASOCIACIÓN NACIONAL DE RECICLAJE DE ESPAÑA	97
ILUSTRACIÓN 98. FUENTE: SCRAPMETAL.....	98



Listado de tablas

TABLA 1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	9
TABLA 2 FUENTE: PROPIA	11
TABLA 3. FUENTE: TRABAJO AMELA.E. FACTOR DE ANCHO DE LA BANDA, CB	39
TABLA 4. FUENTE: TRABAJO AMELA.E. FACTOR DE LONGITUD DE LA BANDA, CI	40
TABLA 5 . FUENTE: TRABAJO AMELA.E. FACTOR DE SERVICIO, Kf	40
TABLA 6 . FUENTE: TRABAJO AMELA.E. COEFICIENTE DE FRICCIÓN SEGÚN LA SUPERFICIE DEL TAMBOR CR	41
TABLA 7. FUENTE: TRABAJO AMELA.E. FACTOR DE PÉRDIDA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR EMPALMES DE TELAS, CV ..	41
TABLA 8 . FUENTE: TRABAJO AMELA.E. RESISTENCIAS NOMINALES.....	41
TABLA 9. FUENTE: TRABAJO AMELA.E	44
TABLA 10. FUENTE: TRABAJO AMELA.E. COEFICIENTES DE FRICCIÓN, M	52
TABLA 11. FUENTE: TRABAJO AMELA.E FACTOR DE SERVICIO, FS.....	56
TABLA 12. FUENTE: TRABAJO AMELA.E. FACTOR AMBIENTAL, FM	56
TABLA 13. FUENTE: TRABAJO AMELA.E. FACTOR DE CHOQUE, Fd	56
TABLA 14. FUENTE: TRABAJO AMELA.E COEFICIENTE DEL TIPO DE MATERIAL DE LA BANDA, CTR	58
TABLA 15. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	94
TABLA 17. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	96



Listado de abreviaturas

UNEP: United Nations Environment Programme

NOAA: National oceanic and atmospheric administration

MARPOL: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships

DWT: Tonelaje de peso muerto

Hp: Horse power o caballos de fuerza

Kw: quilovatios

Kn: nudos

ISO: Organización internacional de estandarización

SSCC: Sociedad de clasificación

DNV-GL: Det Norske Veritas y Germanischer Lloyd

DIN: Deutsches Institut für Normung

UNE: Una norma española

MHEA: Mechanical Handling Engineers Association

CEMA

PET: Polietileno tereftalato

PES: Poliéster

LDPE: Polietileno de baja densidad

HDPE: Polietileno de alta densidad

PVC: Policloruro de vinilo

PP: Polipropileno

PA: Poliamida

PS: Poliestireno



Introducción

Este proyecto de final de carrera está basado en una idea o concepto. En él se explican los diferentes pasos que se deben de seguir para adaptar un buque granelero de la clase *capsize* o *very large bulk Carrier* para la recogida y el procesamiento de basura marina.

A continuación, nos encontramos con un documento dividido en siete capítulos, dimensionados para tratar todos los temas que se ha creído importantes para el desarrollo del trabajo. En estos capítulos se encontrarán desde definiciones, situaciones globales y cálculos pertinentes para poder realizar un tipo de adaptación a un buque.

La idea de realizar este proyecto viene por la situación de emergencia medioambiental en el que se encuentran los mares y océanos hoy en día. También la decisión viene en parte por cursar estudios navales, donde en estos nos enseñan a proteger el medio que nos da trabajo. Es por ello que se han puesto en conjunto la idea de solucionar una situación crítica de nuestro medio mediante los estudios que le corresponden a la gente que vive de él.

En este proyecto se parte de una idea de aprovechamiento de los buques graneleros, un sector que según la época está en alza o no. Por otra parte, también que dispone de un buen mercado de segunda mano al igual que unas características de buque idóneas para la realización del proyecto. En conjunto al aprovechamiento del buque va la idea de aprovechar las herramientas que ya se encuentran creadas para el tratamiento de basuras y con todo en conjunto crear un prototipo de un buque que se utilice para limpiar el mar. Este sistema de buque con planta reciclado va acompañado de una propuesta de sistema de recogida, la cual a lo largo del proyecto se especifica y detalla, para terminar, concluyendo si el conjunto resulta viable o no.

Para poder crear el prototipo primero, el proyecto empieza con su primer capítulo, exponiendo la situación del problema. Este problema viene de la alta contaminación que sufren los mares por plásticos y residuos que mayormente provienen de tierra. Esta problemática no es algo nuevo, sino que ya viene de tiempo atrás, ya que marineros en el siglo veinte ya divisaban grandes concentraciones de basura en medio del mar. Por eso se debe saber desde donde se parte y cuál es el alcance que llega a tener actualmente esta contaminación.

Una vez definido el problema, se empieza a dar forma al diseño de una idea. Esta parte desde cero como se verá a lo largo del proyecto y termina en un punto donde por información y conocimientos se llega. A este conjunto de buque proyecto, a lo largo del trabajo se le van añadiendo diferentes modificaciones estructurales, diferentes tipos de maquinaria y diferentes instalaciones que den como resultado los objetivos que se tienen de esta idea.

Por ello el trabajo que se encuentra a continuación, no pasa del trabajo prototipo, una idea. Con el trabajo que se expone a continuación se pretende poner como objetivo la creación de las bases de un buque prototipo, el cual pueda llegar a tratar y procesar toda la basura marina. Estas bases no son definitivas, pero se pretende hacer hincapié en el aprovechamiento de las herramientas que se tienen actualmente disponibles para crear una solución, junto con otros proyectos, a una problemática medioambiental.

En cada capítulo que se encuentra en este trabajo se hace una pequeña introducción al mismo, la cual da unas pautas generales sobre lo que se va a tratar en el mismo.



Capítulo 1: Los plásticos y la problemática ambiental

En el siguiente capítulo se da una visión global a la problemática medioambiental que existe, la contaminación del mar por la basura. En este capítulo se dan detalles de donde se encuentran los grandes focos de contaminación, los materiales que se pueden encontrar en estos focos, su tamaño y características. También se da una explicación de las iniciativas que existen actualmente para erradicar o prevenir esta contaminación, al igual que la visión de futuro global.

1. Introducción al problema

Hoy en día los plásticos representan un importante papel en nuestra sociedad, son utilizados desde hace varias décadas como el material principal para una infinidad de usos, de los cuales cada día se descubren más y más usos. Este material tiene un sobreconsumo que nos ha llevado al problema que tenemos en estos momentos, una contaminación excesiva de nuestros mares por plásticos tanto en la superficie como en el fondo. Esto produce efectos negativos sobre la biota, dando lugar a la extinción de especies, contaminación de las mismas por ingerir plásticos confundidos, transmisión de las toxinas de los plásticos a los humanos cuando se consume pescado, elevados casos de animales atrapados entre las basuras marina e innumerables problemas consecuentes de la contaminación de los mares.

1.1 Historia y evolución de la problemática

Desde hace más de un siglo que los primeros navegantes anotaron en sus diarios de abordaje la presencia de redes de pesca y basura proveniente de tierra en medio del océano (1). En aquellos tiempos la basura que encontraban los marineros, era cabuyería de buques naufragados, barricas de transporte de líquidos, ropa y otros tipos de residuos.

Este problema en el pasado se mantuvo de una manera estable y en cantidades muy poco significativas, ya que los recursos de los que disponía la humanidad en aquellos tiempos, procedían mayoritariamente de la naturaleza. Esto hacía que muchos de ellos se degradaban por el paso del tiempo y no llegaban a producir un daño en el ecosistema. Esto a la largo de los años con ayuda de la revolución industrial y el descubrimiento de los plásticos, se fue agravando hasta llegar al año 1980 donde se detectó la primera isla de plástico. A esa primera señal de contaminación no se le dio demasiada importancia por portarse de los países desarrollados, la cual se ha agravado hasta llegar a la situación de actual de nuestros mares y océanos. En los cuales se han creado grandes islas de basura en el punto donde convergen sus corrientes marinas, iniciando un proceso de contaminación a gran escala que está poniendo en peligro la salud de la biodiversidad y ecosistema que se encuentra adyacente a las zonas más contaminadas y produciendo una alteración al resto del ecosistema marino de las zonas más apartadas.



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

Desde que se detectó los primeros indicios de contaminación allá por los 80, se han realizado diferentes estudios de la situación de las diferentes islas de plástico, al igual que la composición de estas, características que presentan, como afectan a su entorno y uno de los puntos más destacables es que se ha intentado averiguar es como se pueden eliminar y en caso contrario la visión futura que presentarán. Estos primeros estudios, como pueden ser *A global inventory of small floating plastic debris de Erik van Sebille* (2) o *The pollution of the marine environment by plastic debris de Jose G.B Derraik* (3). En ellos se recoge que, durante los años 70, 80 y 90, las islas de plástico tenían un volumen de más de 3000 toneladas cubicas, repartidas entre los vórtices de corrientes de los diferentes océanos. Esta cantidad se ha aumentado drásticamente, hasta que en el año 2010 el mismo estudio de Erick van Sebille, estima que en los principales océanos hay entre 93 y 236 mil de toneladas cubicas de plásticos, aunque esto solo es un 1% de todo el plástico que se puede encontrar en el mar (2). Ya que la gran mayoría del plástico que se encuentra es el llamado micro plástico, este se clasifica dentro de este grupo por estar comprendido en un tamaño de 2mm a 5mm, y es el que resulta más perjudicial por no saber que alcance tiene.

En el informe de la UNEP, GREENPEACE, Ecologistas en acción, Informe de basura de las playas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España, se puede llegar a una misma conclusión junta en que al ritmo que se sigue de los años que nos preceden, en el periodo de 2020 a 2030 en el mar habrá más plásticos y basura marina que peces (2–8).

1.2 Localización

Según los estudios nombrados anteriormente y sumando el informe realizado estos últimos años por la UNEP se puede dividir en dos situaciones la contaminación por basura marina. La primera es la que se encuentra en los puntos donde convergen las corrientes marinas de los diferentes océanos, donde se las conoce como islas de basura, o *garbage islands*, la más conocida y más grande de las cuales es la que está situada en el pacífico, entre los Estados Unidos de América y Hawái. Otras localizaciones de islas de basura son; el norte y sur del océano Atlántico, el sur del pacífico, cerca de las costas del Perú, el océano Índico y el mar Mediterráneo. En estas islas, los mismos estudios, determinan que solo un 15 % del total del plástico del mar se encuentra en la superficie, otro 15 % en una columna de agua de 10 metros donde están los materiales con más de densidad que el agua o que se encuentran en un proceso de degradación avanzado, el 70% restante se encuentra en el fondo marino. Aun y que están estas cinco grandes islas de plásticos, en todos los mares del mundo se encuentran diferentes vertederos ilegales de residuos, como ruedas de automóviles, desechos de ciudades, basura de tierra que no se recicla y otros elementos que no benefician a la naturaleza (2–8).

- 1- **Isla del Pacífico:** en el océano pacífico se encuentran diferentes islas de basura, donde la más grande e importante de ellas se localiza entre las costas de Hawái y Estados Unidos y entre Hawái y Japón, tal como se muestra en la

imagen de la NOAA. Otra isla de plástico descubierta más recientemente es la que se encuentra frente las costas de Perú y Chile.

- 2- **Isla del Atlántico:** en el Atlántico se encuentran dos islas de residuos que convergen en los puntos donde se encuentran los giros de las corrientes. Estas islas son de igual importancia que las demás, pero su tamaño no es tan grande como las del pacífico. Las situaciones de estas se muestran en la imagen de la NOAA.
- 3- **Isla del Índico:** el océano indico es uno de los océanos que más recibe residuos procedentes desde tierra, ya que en muchos de los países que le rodean no tienen una buena gestión de residuos.
- 4- **El mar Mediterráneo:** el mar mediterráneo ha resultado ser uno de los mares más contaminados del mundo, ya que es uno de los mares con más tránsito marítimo y turístico. Esto conlleva que el mediterráneo con su gran variedad de flora y fauna se esté muriendo a un ritmo muy alto.

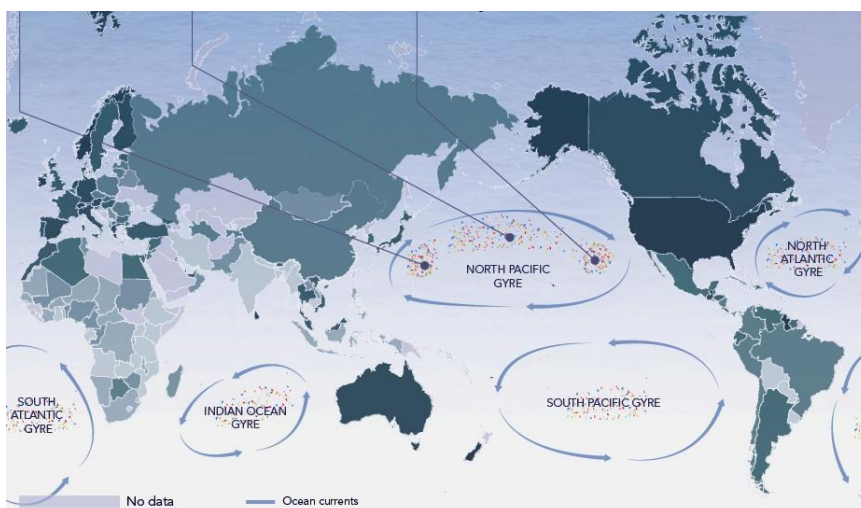


Ilustración 1. Fuente: NOAA

La segunda situación de la basura marina es la que se encuentra en las costas, depositada en las playas por efecto de las olas. La cantidad que se encuentra en las playas no es comparable en cantidad a la que se encuentra en el mar. Las playas que sufren más el efecto de la basura marina, son las que se encuentran en países del tercer mundo, donde la gestión de residuos no está controlada.

1.3 Situación del problema

Actualmente la situación de la acumulación de basura en las islas está llegando a su punto crítico, ya que su tamaño está aumentando de una manera descontrolada por no disponer de ninguna solución existente, que pueda poner fin en un plazo lo suficientemente rápido para poder detener su avance. También cabe resaltar que la producción de plástico sigue un ritmo de crecimiento muy elevado y aunque se hacen campañas de concienciación y se trata de eliminar los plásticos de un solo uso, no está surgiendo el efecto que debería.



1.4 Normativas

En el informe de la UNEP, la única normativa que contempla la lucha contra la contaminación de los mares y océanos es el MARPOL, en concreto el Anexo V (4). En el Anexo V del MARPOL, se regula los diferentes pasos que la marina mercante debe de seguir para poder realizar descargas en el mar. En todo el Anexo V, se reitera que no se puede realizar ningún tipo de descarga al mar de objetos sólidos, ya sea plástico o cualquier otro material. El único tipo de descarga que se permite es el de restos orgánicos previamente triturados en partes muy pequeñas y descarga de aguas grises previamente tratadas, siguiendo los pasos que indica, a menos de 12 millas de la costa y sin tratamiento a más de 12 millas. Estas son las únicas descargas que se pueden realizar según esta normativa, ya que no perjudican gravemente al medioambiente, por ser de origen orgánico.

Aun y en ser el MARPOL la normativa de referencia a seguir en cuanto a la prevención del medio marino por parte de los buques, en tierra no existe ninguna normativa que regula e imponga sanciones, respecto a la contaminación que se envía desde tierra al mar. Ya que a la vista está, que las playas están llenas de residuos tanto desechados por la gente como arrastrados por el mar hacia tierra.

2. Tipos de plásticos

Según los estudios realizados hasta la fecha, en los vertederos marinos, la basura que se encuentra es muy variada, desde plásticos a metales, residuos de procedencia natural y demás. Los estudios con más base científica, minimizan la cantidad de otros materiales en comparación a los plásticos. Esto hace que la principal división que se ha creado para diferenciar los residuos plásticos sea en macro y micro plásticos.

2.1 Macro plásticos

Según los estudios nombrados en apartados anteriores, los macro plásticos se considera todo aquel residuo cuyo tamaño sea mayor a 10mm. Los residuos que están dentro de este grupo, son todos aquellos que son visibles desde la superficie ya sean bolsas de plástico, anillas de las latas de refrescos, tuberías, troncos, carritos de supermercado, redes de pesca y en conclusión cualquier objeto que flote termina llegando a estas islas de plástico por efecto de las corrientes (2–8).

2.1.1 Efectos sobre la vida marina y hábitat

En el ecosistema marino los macro plásticos representan una amenaza para las especies de un tamaño considerable, ya que son los provocadores de la muerte y casi extinción de algunas especies. Estas especies, como ballenas, delfines, focas, tiburones, etc. sufren la ingesta de grandes cantidades de bolsas de plástico, botellas y otros residuos que terminan por causarles la muerte. En algunos informes recientes, se ha encontrado cetáceos y aves, con hasta 20 quilogramos de plástico en animales de la primera familia y aves con más de 2kg en su estómago (7).



Ilustración 3 Fuente UNEP

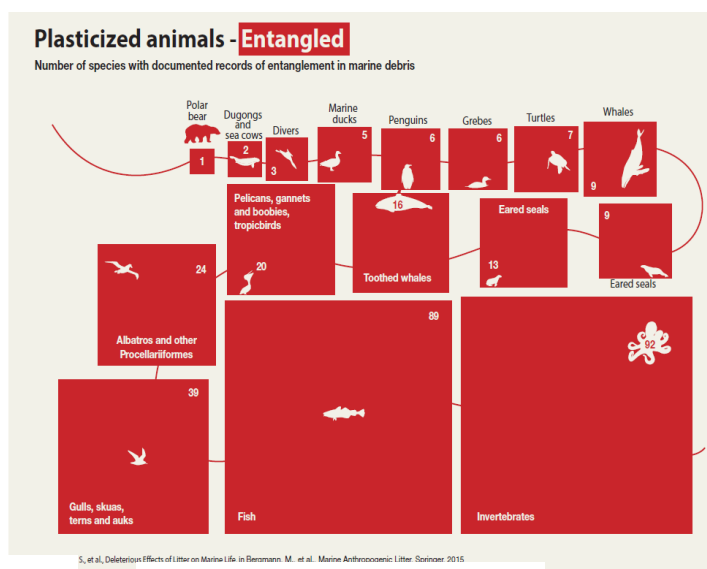


Ilustración 2 Fuente UNEP

También afecta a estas especies el abandono de redes de pesca que no son útiles en el mar, ya que muchos animales terminan enredándose en ellas y muriendo atrapados allí. Otros terminan liberándose de ellas o se les quedan trozos enrollados por la cabeza o aletas que les producen asfixia o malformaciones, en el caso de que estén en fase de crecimiento o si ya están en su madurez, heridas de cierta gravedad que terminan muchas veces en la muerte del animal o en la inutilización de alguna de sus aletas(4,6,7).

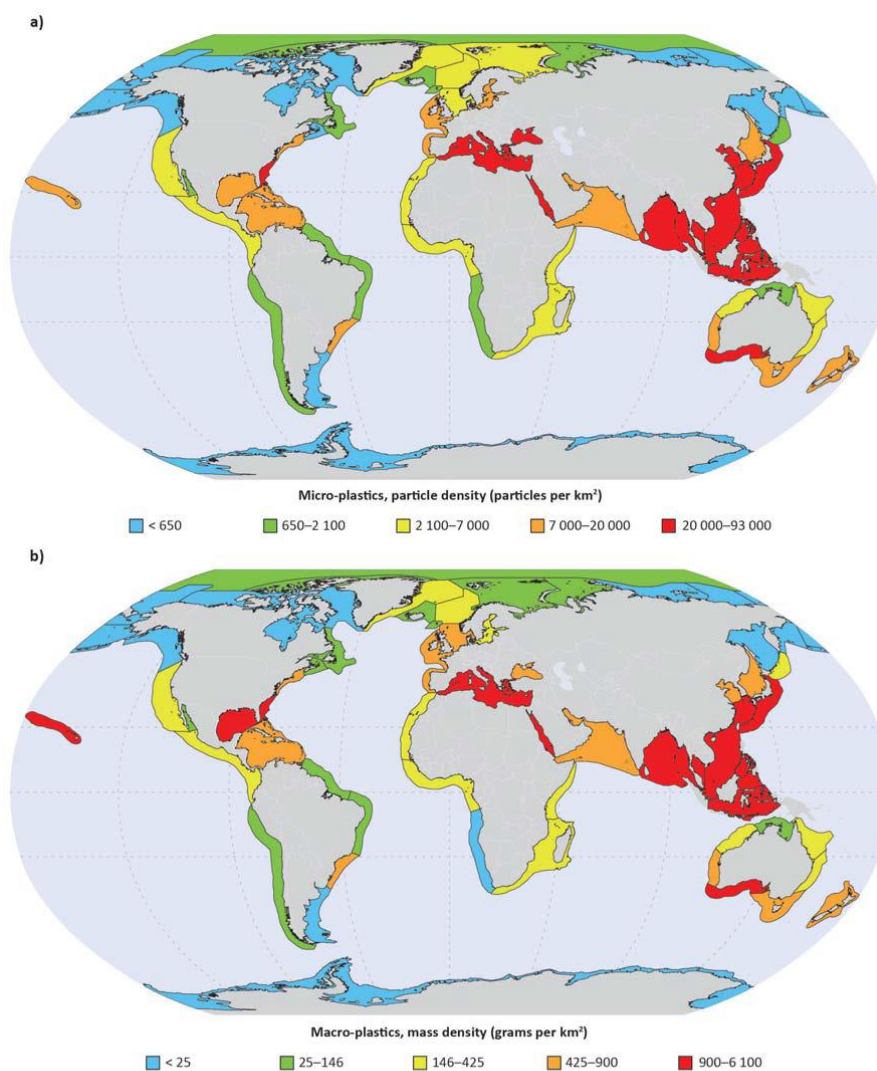
2.2 Micro plásticos

Los micro plásticos son aquellos que no superan los 5mm de grosor, según la UNEP, Ecologistas en Acción, GREENPEACE y los demás estudios que se han nombrado en los apartados anteriores. Este grupo de plásticos puede ser el más perjudicial, ya que no existe una manera viable de cuantificarlos. La situación de estos micro plásticos en el océano suele ser en la superficie y en una columna de agua de 10 metros de profundidad, donde se encuentra ya los residuos con un grado de descomposición muy adelantado.

Según el informe realizado por la UNEP se pueden controlar las zonas con mayor densidad de micro plásticos por kilómetro cuadrado, las cuales son la zona del

Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

océano Indico, el mar Mediterráneo y las costas de Asia que están bañadas por el océano Pacífico. Todas estas concentraciones en las costas y mar adentro son lo suficientemente altas como para ser muy perjudiciales para la vida marina que hay en esas zonas.



LMEs were separated into five categories of relative abundance, based on model estimates using proxy sources; based on Eriksen *et al.* (2014) and Lebreton *et al.* (2012).

Ilustración 4. Fuente: UNEP

2.2.2 Efectos sobre la vida marina y hábitat

Los micro plásticos al ser objetos con un tamaño inferior o igual a 5mm pueden ser fácilmente ingeridos por todas las especies marinas. Esto significa que, en la cadena alimenticia desde el animal más pequeño, como es el plancton hasta los animales más grandes como las ballenas, están infectados por miles de fragmentos de micro plástico. Al igual que afecta a los seres vivos, el micro plástico también afecta a la fauna de los arrecifes y

Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

fondos marinos, añadiendo elementos químicos contra los cuales esta fauna no puede luchar, llegando a provocar la destrucción y extinción de muchos arrecifes.

Al igual que los peces, todo aquel ser vivo que tenga una alimentación basada en el mar, termina contaminado por micro plásticos. Los principales que sufren la contaminación son las aves marinas y los humanos. En el primer caso estas sufren de grandes infecciones ya que no realizan ninguna filtración de los materiales nocivos antes de la ingesta del pescado o del agua. Desarrollando una infección por micro plásticos nocivos que, sumados a los macro plásticos que llegan a ingerir durante toda su vida, termina por matar al animal con una gran cantidad de residuos en su interior.

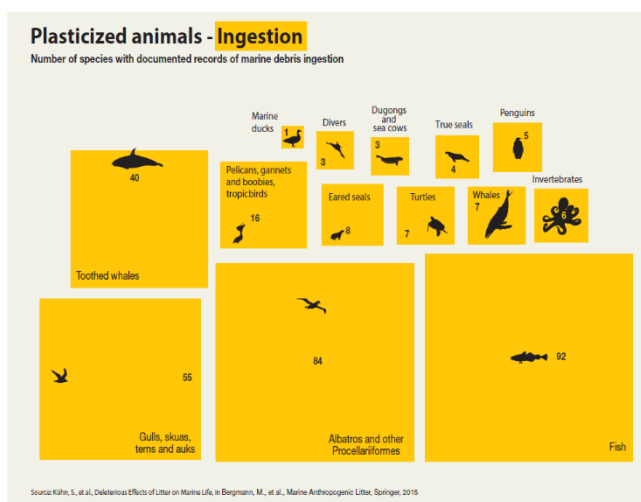


Ilustración 5. Fuente: UNEP



Ilustración 6. Fuente: UNEP

2.3 Clasificación de los plásticos según su origen

Hoy en día los plásticos se pueden clasificar por su origen. Existen dos grandes familias; la primera son los plásticos que provienen de combustibles fósiles, principalmente el petróleo, la segunda familia son las que provienen de biomasa o son 100 % de fabricados a partir de materiales reciclados.

La familia de los plásticos de origen fósil, es la más consumida de las dos, ya que resulta más económico su fabricación. En ella encontramos como subgrupo a los polímeros sintéticos dentro del cual dividiremos los plásticos en termoplásticos y termoestables. Dentro de estos dos grupos podemos encontrar todos los tipos de uso diario. En el siguiente esquema se muestra de manera ilustrada los diferentes grupos.

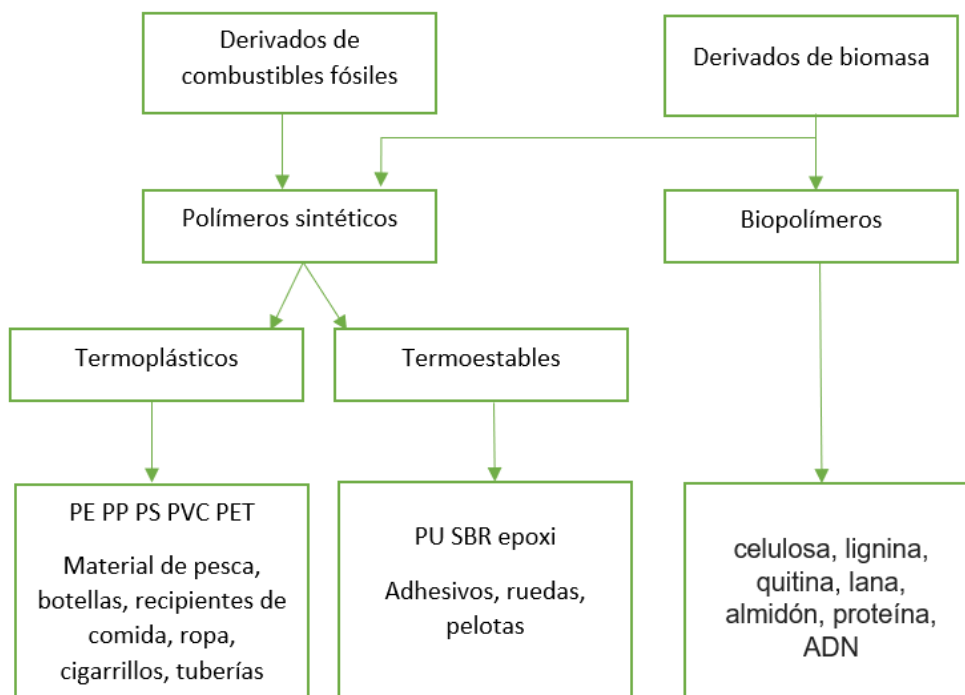


Tabla 1. Fuente: elaboración propia

Conocidos los diferentes tipos de plásticos que hay, podemos analizar los que se encuentran en más abundancia en el mar, al igual que sus diferentes características, como afectan al ecosistema y cuanto tardan en descomponerse.

- **PET (Polietileno tereftalato):** es el más común de los plásticos o al menos el más abundante en el mar. Con este se fabrican gran cantidad de objetos y muy comunes, como bolsas de plástico de un solo uso, recipientes de comida, botellas de agua, algunas fibras textiles y muchos más. Este material tiene unas densidades que oscilan entre los 0,91- 0.95 kg/m³ y otras densidades que van de 1,34-1,39 kg/m³. Estas densidades se escogen según el material que se quiera generar, por ello en los casos que el material tiene una densidad mucho más pesada que la densidad del agua del mar terminan por depositarse en la columna de agua de 10 metros o en algunos casos al fondo marino (4).

- **PES (Poliéster):** es otro tipo de plástico común, sobre todo en el mundo de las embarcaciones de recreo y en el mundo textil. Los objetos que se fabrican con él son de gran tamaño y en las islas no se encuentran así. Este material es propenso a



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

la rápida degradación y es uno de los que más micro plásticos forma. Por ello en el mundo de las embarcaciones se intenta mejorar en los métodos de fabricación y pintura para evitar que suceda. La principal desventaja de este material es que su densidad es superior a $1,35 \text{ kg/m}^3$ por ello siempre se encuentra en la columna de agua en grandes cantidades o en el fondo marino(4).

- **LDPE (Polietileno de baja densidad):** es un tipo de plástico que se utiliza en los envases más flexibles, que pueden exprimirse. Su densidad es baja de entre $0,91-0,95 \text{ kg/m}^3$.

- **HDPE (Polietileno de alta densidad):** es un material plástico que se utiliza para la fabricación de recipientes que contienen leche, productos de limpieza, yogur y otros alimentos. Es un material que como su propio nombre indica es de alta densidad, $1,34-1,39 \text{ kg/m}^3$.

- **PVC (Policloruro de vinilo):** es uno de los materiales por excelencia en la fabricación de tuberías, al igual que para la fabricación de cajas de mayor resistencia. Este material tiene una densidad de $1,16-1,30 \text{ kg/m}^3$ lo que provoca que los residuos que se encuentran en el mar, muchos se depositan en el fondo marino o en la columna de agua si se encuentran descompuestos (4,6,7).

- **PP (Polipropileno):** este material junto con el poliestireno está dentro del mismo rango de objetos que se pueden obtener de ellos. Al igual que el primer material su densidad oscila entre $0,90-0,92 \text{ kg/m}^3$, estancándose sus residuos en la superficie de las islas de basura(4). El principal inconveniente de este material es que se extraen los tapones de las botellas, los cuales tardan muchos años en descomponerse(6,7).

- **PA (Poliamida):** es el material más común en los hilos dentales, hilos de pesca, redes de pesca, etc. esto conlleva que sea uno de los materiales que más tarda en degradarse al igual que es uno de los más peligrosos para la vida marina, ya que como se nombra en el apartado 2.1.1, muchos se enredan y fallecen. También afecta al fondo marino, al ser su densidad de $1,13-1,15 \text{ kg/m}^3$, creando una barrera en los arrecifes y negándoles la luz solar (4,7).

- **PS (Poliestireno):** el poliestireno es un material con una densidad muy similar a la del agua salada, entre $1,04-1,09 \text{ kg/m}^3$. Es un material muy utilizado para crear utensilios para comer de un solo uso, envases de comida, utensilios de cocina y muchos más. El problema reside en que los objetos creados con este material se astillan al romperse o degradarse, lo que provoca que cuando los animales lo ingieren, les produzcan daños y cortes internos.

En la siguiente tabla se puede observar todas las densidades nombradas anteriormente:

Tipo de plástico	Densidad
Poliétileno	0,91-0,95
Polipropileno	0,90-0,92
Poliestireno expandido	1,01-1,05
Poliestireno	1,04-1,09
Policloruro de vinilo	1,16-1,30
Poliétileno tereftalato	1,34-1,39
Poliéster	+1,35
Celulosa	1,22-1,24

Tabla 2 Fuente: Propia

También en la siguiente imagen, proporcionada por GreenPeace, se muestra los diferentes objetos encontrados en las islas de plástico y cuanto tardan en descomponerse en su totalidad.

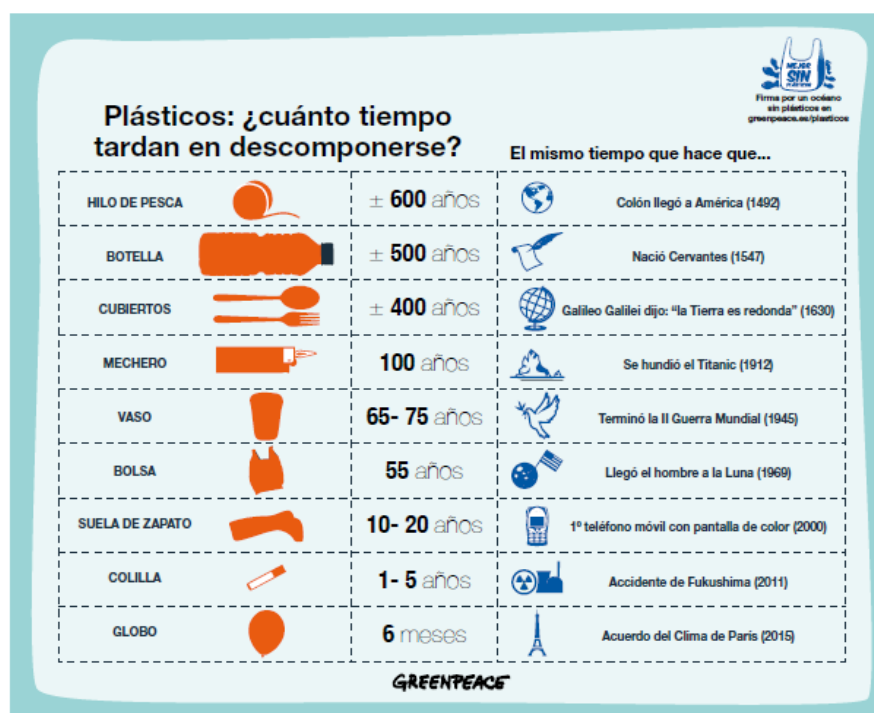


Ilustración 7. Fuente: Greenpeace



2.4 Mecanismos de reciclaje

El reciclaje de los plásticos es uno de los puntos clave a la hora de evitar que estos lleguen al mar. Por ello la gestión de los residuos desde tierra debe ser excepcional para que se pueda llegar a reciclar el 100 % de los residuos plásticos y cualquier otro tipo de basura. Cabe resaltar que existen materiales que el proceso de reciclaje resulta demasiado costoso y por eso se desechan en vertederos, esto es uno de los errores que nos llevan a la situación actual. Por ello se debe intentar en los siguientes apartados llevar los métodos suficientes de reciclaje, procesamiento y destrucción para que solo se almacenen abordo material útil.

Para poder entender el funcionamiento del reciclaje se tiene que hacer una división en dos métodos; el primero el reciclaje mecánico y el segundo el reciclaje químico.

- **Reciclaje mecánico:** este método de reciclaje consiste en mediante procesos mecánicos obtener bolitas de plástico, para poder generar nuevos elementos. El proceso empieza por la trituración de los residuos plásticos que llegan a la planta recicladora, posteriormente pasan a un tanque, lavadora, donde se les elimina toda la suciedad que tienen, al igual que etiquetas y otros elementos que no se utilizan para reciclar. Una vez limpios se procede al secado de todo el material, para al final de la cadena poderlo introducir en una extrusora que nos genera las bolitas de plástico. Una vez obtenemos la materia ya pueden ser empaquetadas para ser transportadas a los diferentes productores.

- **Reciclaje químico:** el principal método de reciclaje químico es el de aplicar calor hasta el punto de que los residuos se queden en la materia prima, monómeros. Con este método se obtiene más rendimiento de reciclaje y un plástico más puro, ya que reducimos los residuos a la materia prima y de ella se pueden obtener más variedad de plásticos según los procesos que se le apliquen posteriormente.

Existen otros métodos de reciclaje químico, con diferentes productos que diluyen los residuos. Estos métodos son menos utilizados ya que generan los residuos químicos que son más difíciles de reciclar.

3. Otros tipos de materiales

Con la información que se puede obtener de los estudios e informes realizados por diferentes entidades, nombrados anteriormente. Se puede decir que en las islas de plástico la presencia de materiales es muy variada. Aun y esta variedad la prevalencia de residuos plásticos es mucho mayor a la de otros materiales, tales como metales, maderas, residuos orgánicos, otros residuos como neumáticos, etc. La gran mayoría de estos residuos resultan tener una densidad mucho mayor a la del agua salda por consecuencia todos ellos se encuentran en el fondo marino. Aunque también en las zonas de más densidad de la capa de plástico se han encontrado casos de carritos de supermercado, trozos de metales, latas de bebida, neumáticos, etc. en la superficie.

Por ello en el objetivo de este trabajo no se contempla la capacidad de llegar a procesar dichos materiales, por falta de espacio para la maquinaria requerida, pero si recogerlos y almacenarlos para su posterior procesamiento en tierra.

4. Soluciones existentes

En la actualidad existen diferentes soluciones a esta problemática medioambiental, como la iniciativa Ocean Clean Up, sistemas de basuras marinas instaladas en puertos, comités de voluntarios para la recogida de residuos en el mar, comités de recogida de las basuras de las playas, etc. Todas estas soluciones terminan recogiendo grandes cantidades de residuos cuando actúan, pero al ritmo de producción y de desechos que hay en la actualidad resultan no ser suficientes, ya que las islas, los mares y las playas contaminadas no paran de crecer.

En los siguientes puntos del trabajo se exponen las soluciones existen que más repercusión tienen, al igual que su funcionamiento y los objetivos que presentan.

4.1 Ocean Clean Up

Ocean Clean Up es una iniciativa de un joven llamado Boyan Slat. El cual a sus 16 años empezó a preocuparse por la problemática de la contaminación de los plásticos en los mares, tras su vista a Grecia. Este joven junto a diferentes universidades y entidades de todo el mundo ha logrado llegar al desarrollo de un sistema de contención, principalmente la del pacifico que es la más grande.

El sistema consiste en un conjunto de flotadores de 60 metros cada tramo, los cuales llevan en sus extremos sistemas de posicionamiento y análisis. Por debajo del nivel de flotación del flotador se encuentra una red, con pequeños agujeros que deja filtrar el agua, pero retiene los plásticos. Este sistema es autónomo, se mueve con ayuda de las corrientes, las olas y los vientos marinos, tal y como se muestra en la imagen que proporciona la organización (9).

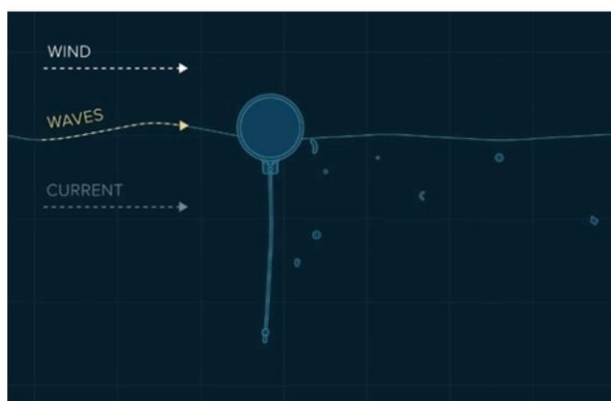


Ilustración 8. Fuente: Ocean Clean up

Esto permite que el consumo de energía de los sistemas de posicionamiento y análisis que se encuentran a bordo, puedan ser satisfechos con la instalación de placas

Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

solares. Esto hace que pueda permanecer en el mar todo el tiempo que sea necesario. Una vez tiene el plástico contenido, cada 3 meses se acerca un barco y lo recoge con una red. La cual se lleva posteriormente a tierra para que se puedan clasificar y reciclar los materiales.

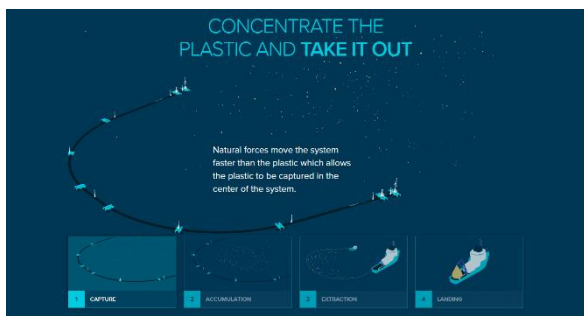


Ilustración 11. Fuente: Ocean Clean up



Ilustración 12. Fuente: Ocean Clean up



Ilustración 9. Fuente: Ocean Clean up



Ilustración 10. Fuente: Ocean Clean up

Los encargados de esta empresa aseguran que para el año 2040 el Ocean Clean Up habrá hecho desaparecer en su totalidad la isla de plástico del Pacífico. Aun y ser una de las mejores soluciones existentes y que ya se encuentra en funcionamiento con la primera sección de 60 metros, hay gente que lo ve como un obstáculo en medio del mar, que puede impedir el movimiento libre de los animales y también hay estudios escépticos que no le ven la eficacia y viabilidad, al estudio hecho por la fundación, que dicen que no será capaz de limpiar los residuos al ritmo que el mundo lleva en el consumo de plásticos.

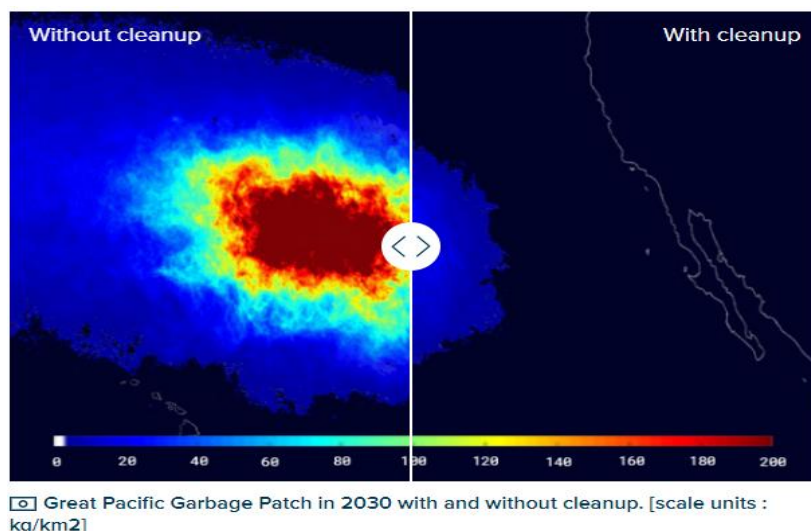


Ilustración 13. Fuente: Ocean Clean up

4.2 Basura marina. Proyecto SeaBin

Este invento, creado por unos jóvenes australianos Andrew Turton y Pete Ceglinski, consta en un tipo de recipiente que se coloca fijo en un punto y al cual la basura va accediendo por medio de las olas y corrientes. Este recipiente no es sólido, sino que los residuos quedan atrapados en una red la cual permite filtrar el agua. Estas basuras principalmente se colocan en los puertos marítimos ya que el mismo movimiento de los barcos y los vientos hace que todos los residuos entren en ellas. A su vez se están realizando estudios y pruebas para poder implementar este sistema en muchas costas (10).

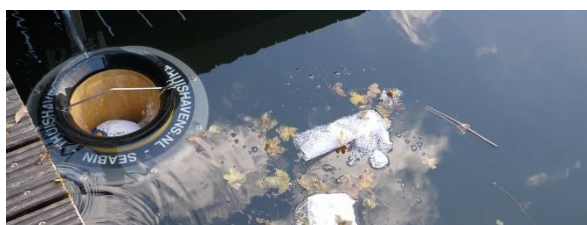


Ilustración 14. Fuente: Seabin

En España hay instaladas SeaBins en Barcelona en el One Ocean Port Vell y en las Islas Baleares en los puertos de Palma, Ibiza y Maó-Mahón en el Port Adriano. La SeaBin de Barcelona lleva instalada desde el octubre del 2018 y las SeaBins de las Islas Baleares llevan instaladas desde mayo de 2018 (11).



Ilustración 15. Fuente: Seabin

4.3 Organizaciones de limpieza de playas y mares

Hoy en día en muchos países del mundo que tienen costa, se han creado organizaciones que se dedican a limpiarlas, al igual que algunas de estas ONG'S del mar también limpiar unas millas náuticas mar a dentro. Estas recogen todo tipo de residuos, desde plásticos hasta metales y residuos orgánicos, también algunas de ellas realizan inmersiones en los puntos que han detectado alta cantidad de residuos para sacarlos del agua. Una vez lo recogen muchas de ellas reciclan los materiales plásticos y los convierten en objetos que posteriormente ponen a la venta para poder costear todo el material que necesitan para realizar su labor. El material que recogen y no lo utilizan para su beneficio, lo entregan a las plantas de desecho correspondientes para que lo traten debidamente.

Aunque las organizaciones con más renombre se encuentran en Estados Unidos, en España también se cuenta con más de 70 organizaciones que realizan una buena labor, aparte de comités de voluntarios que se organizan para colaborar en la causa. Las empresas con más renombre a nivel internacional y nacional son las siguientes;

-4Ocean: una de las empresas u organizaciones más potente en cuanto a la recogida de residuos de las playas y costas. Sus creadores Alex y Andrew han creado una gran red de su misma empresa por distintos países y junto con gente que se ha unido a ellos para llegar a tener a su carga a más de 150 empleados en todo el mundo y poder recoger más de 2.364.756 quilogramos de residuos marinos (12).

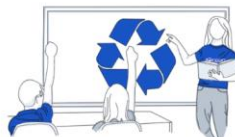
Para financiar su causa parte del plástico que recogen y reciclan lo utilizan para crear diferentes brazaletes, libros y otros elementos que los ponen a la venta. También aceptan donaciones y así pueden invertir en educación y nuevas tecnologías (13).



Optimizing Technology



Creating Jobs



Education & Awareness



New Global Economies

Ilustración 16. Fuente: 4ocean

- **Fundación Ecomar:** se trata de una fundación que desde el año 2007 organiza jornadas de limpieza de costas con niños. Esta fundación realiza cursos de concienciación en institutos y colabora con empresas, que tienen su misma visión de la problemática. Ecomar proporciona a sus voluntarios el material necesario para realizar las labores al igual que también forma previamente a la realización de la actividad. En su último recuento a fecha de 31 de diciembre de 2018 llevaban limpiado 81300 metros de costas entre España y Portugal de las que han llegado a recolectar 8600 kilogramos de residuos (14). Como todas las demás fundaciones que se dedican a la limpieza de las costas y mares, esta parte de su financiación proviene de la venta de artículos con materiales reciclados que ellos mismos han recogido y también de donaciones (15).

5. Visión de futuro a nivel global

A nivel global cada vez más se está tomando conciencia de la problemática que existe, por eso se están poniendo en marcha iniciativas como la eliminación de los plásticos de un solo uso, suprimir envases de plástico de los alimentos, concienciación del reciclaje, abaratar el precio de materiales sustitutorios del plástico y muchos otros remedios, con él único objetivo de reducir el consumo de plásticos.

Aun y tener esta concienciación, continúa habiendo grandes irregularidades a la hora de reciclar los plásticos desde las plantas especializadas, ya que muchas de ellas no llegan a reciclar o eliminar el 100 % del material que llega, desechando el restante en vertederos naturales. Por eso muchos de estos vertederos que se encuentran cerca de ríos o mares para aprovechar su agua, sufren problemas por pérdida de estos residuos desechados que son arrastrados por los mismos ríos cuando crecen.

Todo y estar más que probado visual y científicamente que existe una gran contaminación medioambiental de plásticos en los mares y océanos, a día de hoy no existe ninguna solución 100% eficaz. Esto conlleva que al ritmo de consumo y producción de plástico entre los años 2020 y 2030 en el mar habrá más plástico y otros residuos que vida marina.



Capítulo 2: El buque

En este capítulo se especifican las características y los detalles del buque que se escoge para realizar el proyecto. A continuación, se muestran las diferentes características que suelen tener este tipo de buque, detalles sobre sus capacidades, el motivo de la elección de este estilo en concreto y no algún otro tipo de buque de la gran variedad que existe. También se introducen algunas ideas de lo que se va a ver en los siguientes capítulos.

1. Selección del buque

Para poder realizar el prototipo de proyecto que se propone se ha tenido como idea principal que es necesario un buque de grandes dimensiones, para poder albergar toda la maquinaria, al igual que para poder permanecer largos periodos en el mar sin sufrir daños por las investidas de los mares a los que se va a enfrentar. Por ello se a elegido un buque mercante del tipo granelero o *bulk carrier*, ya que dispone de unas bodegas de gran tamaño para poder modificarlas e instalar toda la maquinaria necesaria. Al igual que dispone de compuertas las cuales permiten una atmosfera cerrada y también un recurso fácil en casos de instalación o desinstalación de maquinaria.

El buque que se utiliza en este proyecto no es ningún buque real, sino uno generado con programas de modelado de buques, con las dimensiones de un buque real. Ya que no se ha podido disponer de los planos de un buque ya construido. Aun así, el objetivo de este proyecto sería la adaptación de un buque ya construido que se encuentre a la venta.

El buque que se ha seleccionado tiene unas dimensiones de 310 metros de eslora, 50 de manga y 22 de puntal. Con una capacidad de hasta 207.000 DWT, clasificado como un buque *Very Large Bulk Carrier* o *Capsized class*, según las diferentes clases de buque graneleros que hay hoy en día en función de los sitios por donde pueden navegar.

1.1 Características del buque

1.1.1 Estructura

La estructura principal del buque seleccionado es la típica de un buque granelero. Dispone de siete bodegas separadas por mamparos de contención y cada una de ellas con una compuerta superior en la cubierta principal. El buque tiene una capacidad de carga de hasta 207.000 DWT.

Las formas del casco del buque no se ven modificadas por necesidades del proyecto. Aunque como se explicara en el **capítulo 5 apartado 2** se instalaran dos compuertas laterales para poder operar el sistema de recogida. Interiormente disponemos de las bodegas típicas de un buque granelero, a las que se les realizaran modificaciones, tal y como se explica en el **capítulo 5 apartado 3**, para poder albergar los diferentes sistemas.

Por lo que respeta a la cámara de máquinas del buque permanece intacta, aunque como se explica en el siguiente **apartado 1.1.2** y en el **capítulo 5** se



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

sustituirán algunos de sus componentes para poderse adaptar a las necesidades del proyecto.

La superestructura del buque no sufre modificaciones que alteren su integridad, sino que se adaptan sus estancias para poder albergar un mayor número de personas, ya que será necesario para poder manejar toda la nueva maquinaria que se instalara.

El sistema propulsor del buque tampoco se modificará, ya que dispone de suficiente potencia para poder transportar toda la carga que le será sometido. Por lo que respecta a la parte de los generadores sí que se verá modificada, al tener que saciar la demanda de energía que le requerirán las nuevas máquinas.

1.1.2 Servicios del buque

El buque dispone de los servicios habituales en un buque de este tamaño y estas características. Tiene sistemas eléctricos, sistemas hidráulicos, de agua dulce y salada, todos ellos dimensionados y pensados para un buque granelero normal. A consecuencia de que se le van a realizar modificaciones para poder realizar este proyecto será necesario la modificación de casi todos estos sistemas. Principalmente estas modificaciones serán respecto a las capacidades de los mismos, ya que al disponer de más maquinaria abordo se tendrán que multiplicar en número o sustituir algunos de sus componentes por unos de mayor capacidad.

Para disponer de unos datos base de los sistemas de los que dispone un buque como el que se ha escogido para este proyecto se ha realizado una búsqueda de las características de diferentes buques del mismo tamaño y se han sacado unos valores intermedios de las capacidades de las que disponen los sistemas de estos buques. Así poder dimensionar los nuevos sistemas para que puedan suministrar a las nuevas máquinas que se le instalaran.

- **Sistema eléctrico:** el sistema eléctrico del buque base, solo se encuentra instalado en la zona habitable del buque, sala de máquinas y la superestructura. En las bodegas de los buques graneleros no se encuentra ningún tipo de instalación eléctrica ya que su única función es contener la carga.

En los buques generalmente la electricidad se genera a partir del motor de combustión que mediante una reductora en su eje y un generador a continuación de esta se llega a crear electricidad. Las capacidades de este sistema dependen mucho del generador que se ha instalado y también se ven limitadas, ya que no son buques que no requieran de una gran cantidad de electricidad en comparación a otros buques. Generalmente estos buques con unos 30000 Hp suelen llevar dos generadores principales con una potencia de alrededor de 600 kW y un tercer generador de menor potencia. A su vez por normativa llevan un generador de alimentación propia que se



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

llama el generador de emergencia, el cual solo se utilizara cuando se caiga la planta del buque y se deba volver a levantar.

- **Sistema de combustible:** el sistema de combustible de un buque se dimensiona en base a la distancia que va a navegar, en función de su tamaño y de la potencia del motor. Normalmente los buques graneleros, como el escogido en este proyecto, suelen ser buques que realizan el transporte de cargas muy pesadas y a grandes distancias. Es por ello que los diseñadores del buque dimensionan las capacidades de los tanques para poder satisfacer las necesidades del armador.

En este proyecto el sistema de combustible del buque base esta dimensionado para un buque con un motor de 30000 Hp. La potencia de estos motores suele ser la media en este tipo de buque proporcionando unas velocidades de crucero de hasta 14 Kn. Aproximadamente un barco de estas dimensiones suele llevar más de 3000 m³ de Fuel oil más aproximadamente otros 1000m³ de Diesel oil, suele variar en función de las formas que tenga el buque y su consumo, pero al final los buques de estas dimensiones disponen de una autonomía de aproximadamente 20000 millas náuticas

- **Sistema de agua dulce:** este sistema resulta no ser uno de los de mayores dimensiones del buque. La principal función del sistema de agua dulce es la de proporcionar agua potable a las zonas habitables del buque, al igual que por otra parte en algunos casos refrigerar los motores principales y/o auxiliares. Por lo general este tipo de buques disponen de tanques de agua dulce dimensionados para los viajes que realizan, en cambio hay algunos buques que disponen de plantas para procesar el agua que absorben del mar.

- **Sistema de agua salada:** el sistema de agua salada en los buques se utiliza principalmente para el intercambio de calor entre el agua de refrigeración del motor y esta. Es por ello que la mayoría de los buques no disponen de tanques como tal para su almacenamiento, sino que la absorben mediante las aspiraciones bajo la quilla.

A su vez el sistema de agua salada también se utiliza para el llenado de los tanques de lastre. Estos tanques en los buques graneleros del tipo Very Large Bulk Carrier tienen una capacidad de más de 35000 m³, estos muchas veces situados en las paredes laterales del buque y en su quilla. Incluso en algunos casos estos barcos utilizan sus mismas bodegas como tanques de lastre cuando no las llevan todas llenas de carga.

- **Sistema hidráulico:** el sistema hidráulico en este tipo de buques se utiliza principalmente para el accionamiento de sus compuertas de la cubierta principal. También se aplica este sistema en otros elementos del buque, pero el mayor requerimiento del mismo son estas compuertas.



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

Los buques graneleros no son el tipo de buque que mayor cantidad de fluidos de funcionamiento necesite, aun y esto, el tanque de aceite que lleva el buque es más que considerable.

1.1.3 Normativa del buque

Actualmente todos los buques deben cumplir con una serie de normativas generales específicas, como normas ISO y MARPOL, al igual que la normativa concreta de la SSCC con la cual se van a construir. Las normativas constituyen una parte fundamental en la construcción del buque, estas aseguran que el buque que se construya cumpla con unas normas que garantizan que este pueda navegar por todos los mares y en las condiciones más adversas sin sufrir daño alguno.

La normativa sobre la que se ampara nuestro buque, procede de la compañía DNV-GL. Se trata de una de las sociedades de clasificación con más renombre dentro de la industria naval y esto se debe a sus altos estándares de calidad en la construcción de los barcos que desean ser clasificados en esta SSCC. Estas normas sobre las que está construido el buque son las DNVGL-RU-SHIP con sus diferentes partes; *1. General regulations, 2. Materials and welding, 3. Hull, 4. Systems and components, 5. Ship types, 6. Additional class notations y 7. Fleet service.*

El buque no tiene por qué cumplir con todos los puntos de cada uno de los apartados sino debe de ser construido sobre aquellos que garanticen su integridad estructural para el objetivo que debe cumplir.



Capítulo 3: Planta recicladora y planta de procesado

El capítulo en el que nos encontramos resulta ser uno de los principales de todo el proyecto. En él se explican y detallan las distintas instalaciones que se le realizan al buque, para en el poder conseguir el objetivo del proyecto. También se muestra un diagrama de flujo del recorrido que sigue el material cuando entra en el buque a su vez que con imágenes y planos en los siguientes capítulos y anexos se observa con más claridad.

1. Planta recicladora

Como se ha nombrado, en el **capítulo 1 apartado 2.4 Mecanismos de reciclaje**, el reciclaje de los plásticos se puede producir por vía mecánica o química. En nuestro caso utilizaremos la vía mecánica que, aunque la calidad del reciclado sea inferior a la que se consigue con un reciclaje por vía química, será mucho menos peligroso llevar maquinaria que productos químicos a bordo en caso de hundimiento del buque. Por ello en los siguientes subapartados se especificarán todos los elementos necesarios en un proceso de reciclaje, explicados en el orden en el que actuarán en el conjunto del sistema del buque.

1.1 Elementos y características

La planta de reciclaje que se ha instalado para realizar las distintas operaciones que se requieren para obtener un material reciclado, se trata de una instalación que a la vez que contiene el sistema de reciclaje contiene el sistema de procesado del plástico para obtener los pellets. Por ello, parte del sistema se describirá en los siguientes puntos y la parte que corresponde al sistema de procesado se explicará en el **apartado 2** de este mismo capítulo.

El proceso de reciclaje empezará por una clasificación de los materiales que se recojan del mar, esta selección la realizará unas máquinas de la empresa REDWAVE, una vez realizada la separación en las distintas clases de materiales se procederá a enviarlos a las líneas respectivas según el material que sea para ser reciclado y tratado(16).

La planta que se ha instalado proviene de la empresa taiwanesa POLYSTAR (17). Esta planta está constituida en dos partes una parte que se encarga de reciclar y la otra parte que se encarga de extruir el material y convertirlo en pellets. Para procesar los distintos tipos de plásticos se instalarán tres plantas distintas, cada una de ellas enfocada a varios materiales dentro de la familia de los plásticos. Cada una de ellas disponen de la maquinaria necesaria para tratar los materiales según las necesidades que estos requieren. Cada planta recicladora está constituida por una tolva de carga, alguna de ellas una trituradora y una zona de secado mediante centrifugación. El resto de elementos de la planta corresponden a la parte de procesado del material ya que se encuentra la extrusora, una piscina de enfriamiento y otra centrifugadora para el secado final. A continuación, se describen todas las características de los diferentes elementos de cada una de las plantas, al igual que otra maquinaria que se ha instalado para completar el proceso de reciclaje o para ayudar a eliminar una mayor cantidad de residuos.

- **Planta 1 (Planta de reciclaje Repro-Print):** esta primera planta de reciclaje, es una máquina que trabaja en dos etapas, el modelo en concreto se trata de la Polystar HNT-180VS (18). Este modelo tiene unas capacidades, de producto procesado, que oscilan entre 900 y 1100 quilogramos por hora. Los materiales que puede tratar son; HDPE, LDPE, LLDPE, PP, BOPP, cuyos derivados más conocidos son bolsas que contienen alimentos, hojas de espuma, sacos de tejido y muchos otros más. El voltaje con el que trabaja es personalizable, ya que la empresa lo adapta al país o el tipo de empresa donde trabajara la máquina.

Para el producto final, los pellets, dispone de distintos diámetros de tornillo por donde sale el plástico extruido. Estos diámetros oscilan entre los 65 y 180 milímetros, el cual podremos escoger según la aplicación que después se le valla a dar al material procesado (18).



Ilustración 17. Fuente: Polystar

- **Planta 2 (Planta de reciclaje Repro-Flex):** la segunda planta de reciclaje, es una máquina especializada en el trabajo de láminas plásticas, el modelo en concreto de esta planta es la Polystar Repro-Flex180 (19). Este modelo tiene unas capacidades, de producto procesado, que oscilan entre 1000 y 1200 quilogramos por hora. Los materiales que puede tratar son; HDPE, LDPE, LLDPE, PP, BOPP, CPP, OPP, PA, PC, PU y EPS, cuyos derivados conocidos de estos elementos van desde película de burbujas, restos de película, bolsas de basura, cubiertas de piscina y una gran infinidad de elementos. Al igual que la planta 1, el voltaje de esta puede ser personalizado, por ello el voltaje de la máquina se adaptará al voltaje con el que funciona el buque (19).

Para el producto final, los pellets, dispone de distintos diámetros de tornillo por donde sale el plástico extruido. Estos diámetros oscilan entre los 65 y 180 milímetros, el cual lo escogeremos según las aplicaciones que se le vaya a dar a los pellets en la industria (19).



Ilustración 18. Fuente: Polystar

- **Planta 3 (Planta de reciclaje Repro-Directo):** la tercera y última planta de reciclaje, es una máquina especializada en el reciclaje y procesamiento de plástico duro, material lavado, gránulos y botellas de leche. El modelo en concreto es el Polystar Repro-Direct180, el cual tiene unas capacidades que oscilan entre los 900 y 1100 kilogramos por hora de material procesado. Esta máquina puede tratar los siguientes materiales; HDPE, LDPE, LLDPE, PP, BOPP, PA, PC, PS, PU, EPS y ABS, cuyos derivados bidones de plástico duro, recipientes de leche, botellas e infinitos elementos. Como las dos otras plantas el voltaje con el que va a funcionar puede ser personalizado, por ello se escogerá el voltaje al que se trabaja en el buque (20). Con lo que respecta al tamaño con el que se entrega el producto final, Polystar ofrece los mismos diámetros que en las otras dos plantas. Valores que oscilan entre los 65 y 180 milímetros y cuyo diámetro de pellet se escogerá según la aplicación que se la vaya a dar a posterior (20).



Ilustración 19. Fuente: Polystar

- **Trituradora:** es un tipo de trituradora con cuchillas rotativas de alta resistencia. Esta trituradora de la compañía COPARM (21), empresa especializada en maquinaria de reciclaje, tiene unas dimensiones de cámara de trituración de 960 x 1500 mm la cual tiene una velocidad de rotación de ejes de entre 12-18 RPM. Esta máquina tiene una potencia de 110 kW lo que permite una capacidad de trituración de entre 6 y 12 toneladas a la hora de residuos industriales y de 60 a 70 piezas de hierro a la hora

(22). A continuación, podemos ver diferentes imágenes de la trituradora. La fotografía de la izquierda son las cuchillas de 100mm de espesor y la fotografía de la derecha todo el conjunto de la trituradora. En los **ANEXOS** se muestra el plano de la máquina con sus diferentes vistas.



Ilustración 21. Fuente: Coparm



Ilustración 20. Fuente: Coparm

- **Separador de metales:** es una máquina encargada de separar los metales que se recojan mediante un análisis de su composición química. Esta máquina de la empresa REDWAVE, modelo REDWAVE XRF-M, mediante un análisis de rayos X analiza la composición de los diferentes metales y los separa, sin importar que estos tengan coloración, humedad o contaminantes (23). Esta máquina no tiene un rendimiento fijo de gestión de los metales ya que depende del tipo de metal que analice y la granulometría. Esto no significa un gran inconveniente ya que los metales no es el material que más abunda en el conjunto de residuos que se subirán a bordo. Debido a que la mayoría de ellos tienen más densidad que el agua marina y se hunden en el fondo marino.



Ilustración 22. Fuente: Redwave

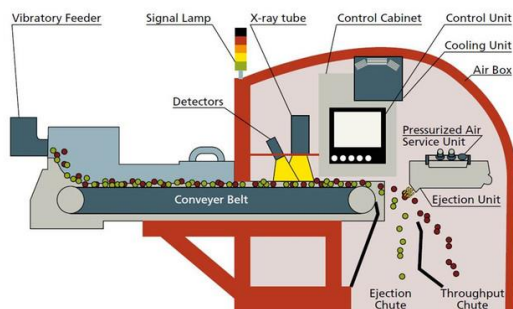


Ilustración 24. Fuente: Redwave

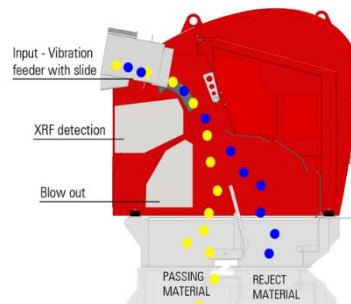


Ilustración 23. Fuente: Redwave

Separador de plásticos: esta máquina de la misma empresa que la separadora de metales, REDWAVE, es la que se encargará de separar los plásticos según su composición y color, para luego proceder a su procesamiento(16). El modelo encargado de realizar esta tarea es la REDWAVE NIR/C, se caracteriza por clasificar los materiales mediante espectroscopia de un infrarrojo y además con sensores de colores, lo cual concluye en una clasificación minuciosa de los diferentes materiales para obtener un material procesado de la mayor calidad. La REDWAVE NIR/C tiene una capacidad de hasta 8 toneladas por hora con diferentes anchos de clasificación entre 1200/1600/2000/2400/2800 milímetros(24).

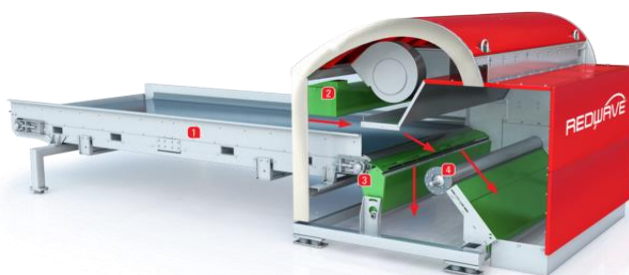


Ilustración 25. Fuente: Redwave

- **Incinerador y recuperador de energía:** esta máquina de la empresa ADDFIELD, se encargará de recuperar la energía que salga de incinerar todos los residuos que no sean reciclables (25). Esto ayudara a aumentar la energía verde que se puede producir en el buque, reducir el consumo de energía generada por el propio buque, ayudar a no acumular desechos no provechosos y así evitar que vuelvan al mar. En concreto el modelo de máquina encargado es la WP40 Waste to Power Unit, con una capacidad de producir 40 kW de potencia a 415 voltios y una energía térmica de 350 kW con muy baja combustión (26). Esta misma máquina ya lleva incorporado el incinerador lo que nos permite ahorrar en espacio, dinero y energía consumida en el conjunto del proyecto. Todo el conjunto cumple con la normativa de la unión europea por lo que lleva impreso en ella el marcado de conformidad CE. Los gases que esté expulsa se enviaran mediante el tubo de extracción del mismo sistema hacia la chimenea del buque, para que pase por los filtrados de partículas de la misma chimenea.



Ilustración 27. Fuente: Addfield

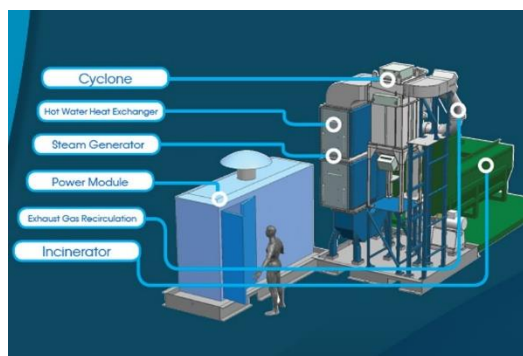


Ilustración 26. Fuente: Addfield

- **Cintas transportadoras:** estas cintas transportadoras se encuentran en toda la planta de reciclaje y procesado que hay en el buque. Estas se utilizan para enviar los materiales de una maquina a otra hasta completar todo el proceso. Cada una de las cintas tendrá una longitud según la distancia que la separe de la siguiente máquina. Estas cintas que se utilizaran son de la empresa Coparm, la cual dispone de una gran variedad de cintas transportadoras para su instalación en plantas de reciclaje (21). En concreto de todo su catálogo se ha escogido el modelo TG 1400, una cinta de caucho con un ancho de banda de 1730 milímetros (27). En el **capítulo 5 distribución de la planta del buque** se puede observar la distancia que hay entre cada una de las máquinas las cuales se han distribuido para favorecer a la estabilidad del buque.

1.2 Tipos de plásticos que puede tratar

Como se explica en el **capítulo 1 en el apartado 2.3** no todos los plásticos se pueden reciclar. Por ello se ha instalado un incinerador de residuos abordo para eliminar completamente los materiales que no sean reciclables y una línea de proceso aparte para los materiales que son reciclables, pero no dentro del buque.

Los materiales que aceptan las máquinas de reciclaje y procesado que se han instalado abordo, son los siguientes; PET, HDPE, PVC LDPE, PP, PS y una gran variedad más, como se ha nombrado en la descripción de cada una de las plantas. Para no tener que instalar una línea de proceso para cada tipo de material, las líneas que se han instalado disponen de sistemas de autolimpieza, para que las mismas se puedan aprovechar para el tratamiento de diferentes materiales. En referencia a su almacenamiento se realizará para los distintos materiales de la misma forma, con bidones estancos, con la diferencia que cada bidón estará marcado con el material que contiene.

2. Planta de procesado

El sistema de procesamiento que se utiliza es un método mediante una extrusora caliente, la cual a su salida dispone de unas cuchillas que convierten el material en pellets. Este cae en un tanque de agua donde se enfría para posteriormente pasar a un

secador centrífugo y ser empaquetado. Por todo ello los elementos que se explican a continuación son solo los que actúan en esta parte del proceso, ya que como se ha nombrado en el apartado anterior, 1. Planta recicladora, se ha realizado la instalación de una planta que contiene en ella la maquinaria de reciclaje y de procesamiento.

2.1 Elementos y características

- **Extrusora:** la máquina extrusora será la encargada de convertir el material reciclado en material procesado listo para su venta, para diferentes fines. La extrusora que se utilizara, se ha enfocado para que el resultado sea un material en forma de pellets, ya que esta forma resulta fácil de almacenar y con un gran abanico de posibilidades para crear diferentes elementos posteriormente.

Las tres plantas instaladas en el buque, utilizan el mismo método de extrusión. Por ello los datos y la explicación siguiente es la misma para la plana 1, planta 2 y planta 3. Estas tres utilizan una extrusora capaz de procesar alrededor de 1000 quilogramos por hora de material plástico, también comparten los diámetros de tronillo de extrusión que se les puede instalar. Estos valores están comprendidos entre 65 y 180 milímetros y el material de construcción es el mismo para los tronillos de las tres plantas, SACM-645.

La extrusión que se realiza es una extrusión por cara caliente, significa que el plástico se funde al ser extruido y posteriormente se corta y se enfría hidráulicamente.



Ilustración 28. Fuente: Polystar

Empaquetadora: cada una de las plantas dispone de su propio silo, donde se deposita el material que sale seco de la centrifugadora previa a este. Este silo tiene una forma cónica, para facilitar su vaciado y en su extremo más bajo dispone de una válvula de salida dosificadora para realizar el llenado de bidones o cajas para el almacenamiento del material.



Ilustración 29. Fuente: Polystar

Para realizar el almacenamiento de nuestro material procesado o metales, no reciclables en el buque y si en tierra, se utilizarán bidones estancos como método más seguro. Estos bidones contruidos en acero, son unos elementos con grandes resistencias, tanto a la corrosión como a la carga. Con capacidades que oscilan desde un par de litros hasta 220 litros, que serán los bidones que se utilicen a bordo, proporcionan una de las soluciones más viables para nuestro proyecto.

La utilización de bidones de 220 litros, de la empresa Meditec, se debe a que es un tamaño fácilmente manejable por un operario, a su vez permite que este se puede transportar por todo el buque sin problema (28). El otro punto que se ha tenido en cuenta para la elección que este método de almacenaje, es que permite sellar los bidones completamente con un sistema de anclaje en la tapa con tornillo. Así en caso de hundimiento del buque, caída al agua durante el trasiego de carga o realizando alguna operación, la carga que contiene no se derrama y se evita contaminar el ambiente de nuevo (29).



Ilustración 30. Fuente: Meditec

- **Embaladora:** para realizar una mejor sujeción de los bidones, estos se colocarán en pallets de madera en columnas de 2 y con un total por cada pallet de 8 barriles. Para fijarlos se utilizara una embaladora automática de la empresa ITALDIBIPACK, una empresa especializada en máquinas de embalaje automáticas, manuales y robóticas (30). En concreto se instalará su modelo Ecospir FA, un sistema de embalaje automático que permite realizar desde el enganche del film hasta su corte si la presencia de un operario. Esta máquina a su vez tiene una abertura inferior para

introducir el pallet mediante un carrito elevador (31). Los pallets que se utilizarán para apilar los bidones tendrán unas dimensiones de 1200 x 1200 mm estos pallets cumplen con los estándares europeos.



Ilustración 32. Fuente: Italdibipack

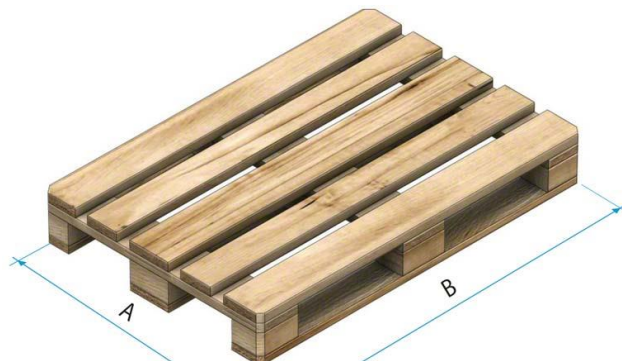


Ilustración 31

- **Cintas transportadoras:** estas cintas transportadoras se encuentran en toda la planta de reciclaje y procesado que hay en el buque. Estas se utilizan para enviar los materiales de una máquina a otra hasta completar todo el proceso. Cada una de las cintas tendrá una longitud según la distancia que la separe de la siguiente máquina. Estas cintas que se utilizaran son de la empresa Coparm, la cual dispone de una gran variedad de cintas transportadoras para su instalación en plantas de reciclaje (21). En concreto de todo su catálogo se ha escogido el modelo TG 1400, una cinta de caucho con un ancho de banda de 1730 milímetros (27). En el **capítulo 5 distribución de la planta del buque** se puede observar la distancia que hay entre cada una de las máquinas las cuales se han distribuido para favorecer a la estabilidad del buque.

3. Diagrama de flujo del proceso

En este apartado se expone un diagrama de flujo mediante bloques, del proceso que sigue el material desde que es recogido hasta que se almacena. En el capítulo 5 apartado 4 disposición de planta se muestra donde se encuentra cada máquina que interviene en el proceso.

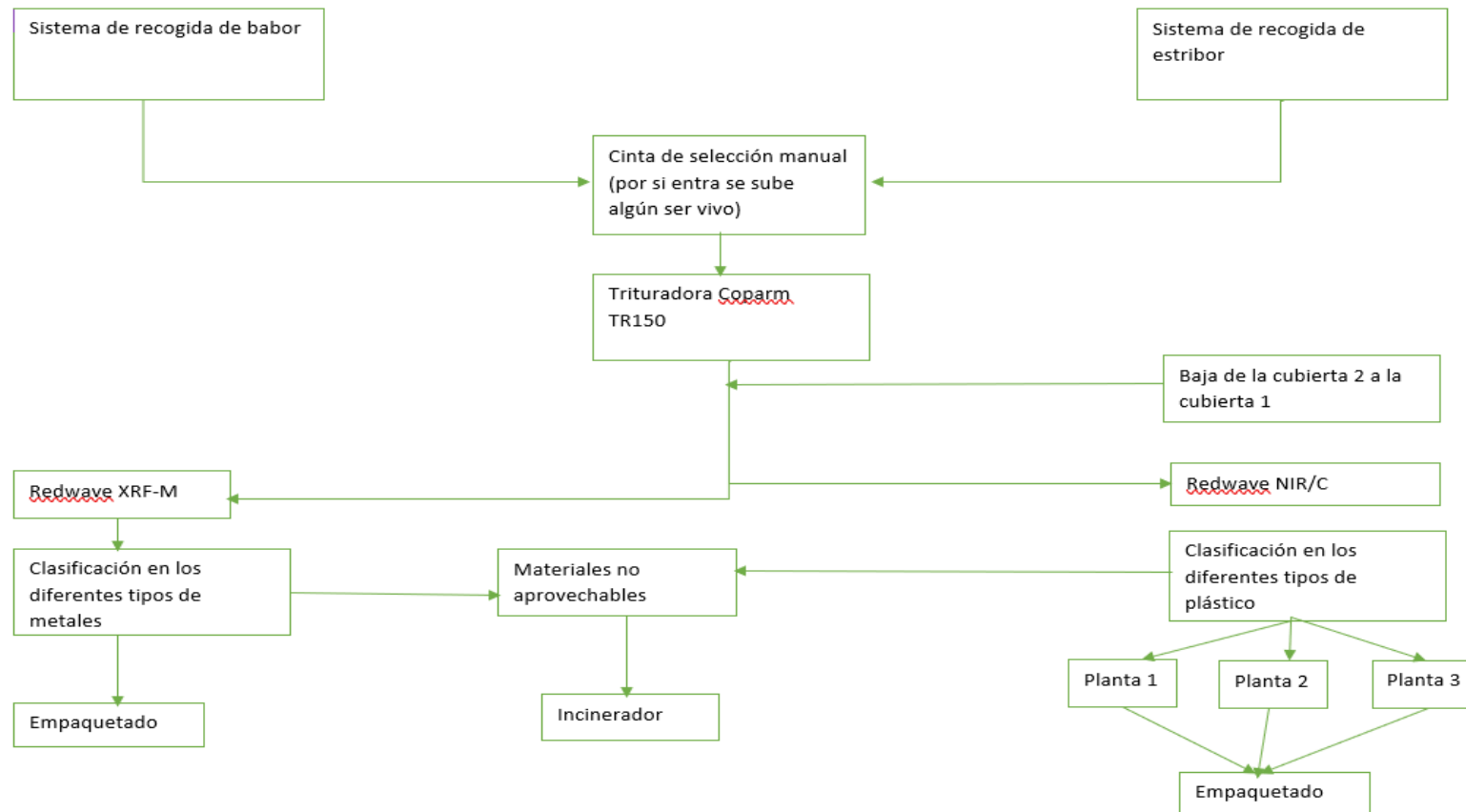


Ilustración 33. Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4: Método de recogida

Este capítulo junto al capítulo 3 y 5 constituyen el gran volumen de importancia. En este capítulo se explican y detallan como se ha desarrollado el sistema de recogida, desde los primeros bocetos hasta la generación con programas CAD. También podemos ver los pasos que se deben de seguir para conseguir un correcto dimensionamiento.

1. Sistema de recogida

Tras el estudio de los diferentes sistemas que hay en la actualidad para combatir la contaminación de los plásticos en los mares y océanos, explicados en el primer capítulo de este proyecto, se ha optado por el diseño de una estructura de cinta transportadora. Este sistema ha sido elegido ya que es un método de recogida que puede resultar económicamente barato de mantener, operar y reparar. A su vez, estos sistemas de cintas transportadoras permiten poder diseñar estructuras de gran tamaño y resistentes a grandes esfuerzos.

El sistema que se ha diseñado, como se especifica con más detalle en el **apartado 1.1 diseño** de este capítulo, se trata de un sistema de dos cintas transportadoras una sobre la otra que se despliegan cuando se tienen que realizar las operaciones, ilustración 34 y 35.

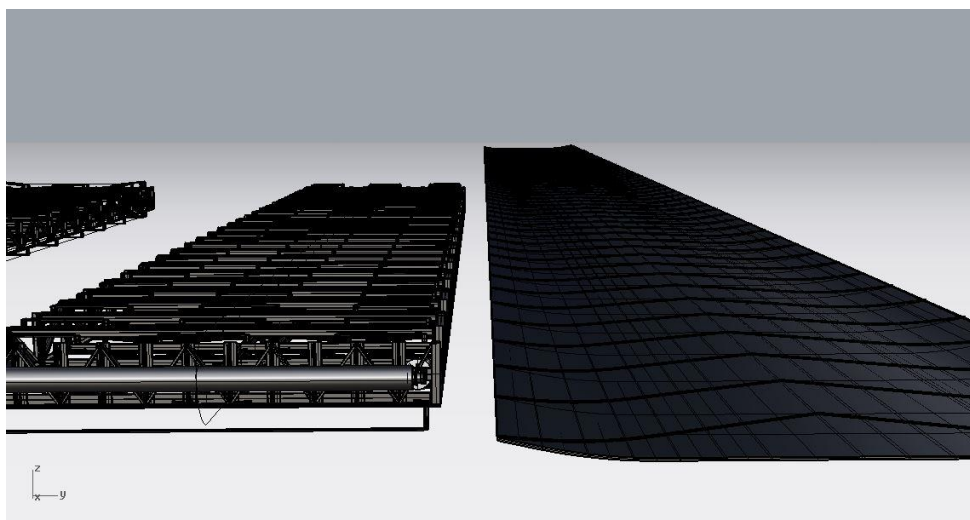


Ilustración 34. Fuente: elaboración propia

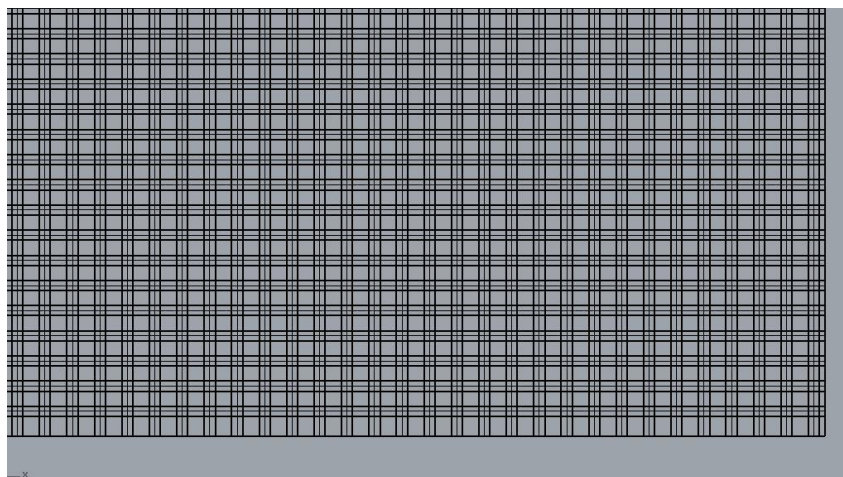


Ilustración 35. Fuente: elaboración propia

Este sistema cuenta con la ayuda de dos guías retráctiles en el extremo de la misma que está en contacto con el agua, para ayudar a dirigir los residuos marinos hacia dentro de la cinta. Una vez encima se dirigen hacia la segunda parte de la estructura, la cual los deposita en el sistema de reciclado y procesado.

Por otra parte, cada cinta transportadora cuenta con sistemas de alimentación energéticos separados, para poder conseguir mayores velocidades y menores problemas mecánicos por la transmisión de energía en un ambiente altamente corrosivo. Aunque la electricidad para el motor de la cinta que está en contacto con el agua pasa a través de cableado por la primera cinta, el conjunto del sistema se especifica con más detalle en **los apartados 1.1 Diseño y 1.2 Características de este mismo capítulo**.

La cinta transportadora encargada de recoger el plástico del mar es un tipo de cinta que se ha diseñado pensando en el ambiente en el que va a trabajar. Esta está diseñada con un estilo de malla para poder filtrar el agua, pero sin dejar pasar los plásticos más grandes de 5 milímetros. Así pues, se pueden llegar a recoger los suficientes residuos, sin llegar a tener un concepto de cinta inviable en diseño y fabricación. Esta cinta tiene sobre si unos salientes que hacen más liviana la tarea de adherir los plásticos a la misma. Estos salientes en forma en “V” o artesa permiten al mismo tiempo que subir la carga, centrarla lo más posible y así evitar pérdidas durante el recorrido.

En cuanto los residuos llegan a la segunda cinta transportadora, son depositados por efecto de la gravedad. Esta segunda cinta, a diferencia de la primera, se trata de una cinta de estilo sólido. En ella también se encuentran los salientes en forma en “V” o artesa, ya que así el material será depositado de una manera más precisa en el sistema de reciclado.

Todo el conjunto de cintas se asienta sobre la estructura sobre unos rodillos que permiten el movimiento de las misma. Estos en la parte superior de las estructuras están inclinados por los extremos para así permitir mayor agarre de la cinta, mayor velocidad y mayor sujeción de los residuos dentro de la misma cinta.

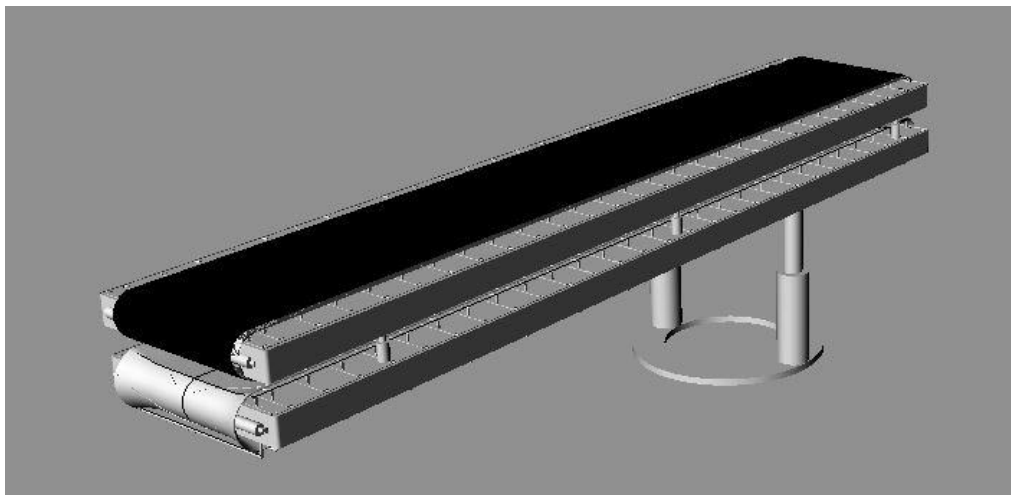


Ilustración 36. Fuente: elaboración propia

En la parte inferior de la estructura los rodillos se encuentran a la misma altura todos, así poder aumentar la velocidad del proceso.

Así pues, con esta propuesta de diseño se intenta cumplir con los objetivos del proyecto de poder recoger los residuos marinos a un bajo coste, bajo impacto ambiental y un tiempo reducido.

1.1 Diseño

El diseño de la estructura de recogida está inspirado en las grandes cintas transportadoras de la minería, las cuales soportan grandes periodos de funcionamiento y con grandes cargas. Este diseño se ha realizado desde el principio sin infringir el plagio de ninguna estructura existente, poniendo en base los conocimientos adquiridos durante los estudios universitarios. Como se muestra en las imágenes de bocetos del apartado anterior y en las siguientes imágenes y planos. Por ello tal y como se muestra en las imágenes, planos y anexos, que se irán mostrando en los apartados venideros, se ha llegado al desarrollo de un diseño de estructura con vigas en forma de “T” con refuerzos longitudinales y transversales.

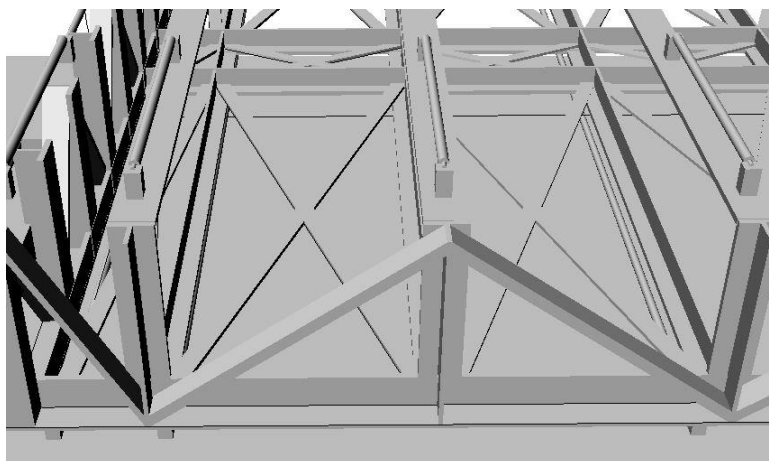


Ilustración 37. Fuente: elaboración propia

El conjunto del sistema de recogida, como se ha nombrado en el apartado anterior se divide en dos estructuras, una que se encuentra en el interior del buque y otra que se encuentra fuera y dentro del agua, como la ilustración 36.

Las estructuras se encuentran una sobre la otra, la estructura que toca el agua se encuentra encima de la estructura que está dentro del buque, todo esto se puede observar de una manera más visual en las siguientes imágenes.

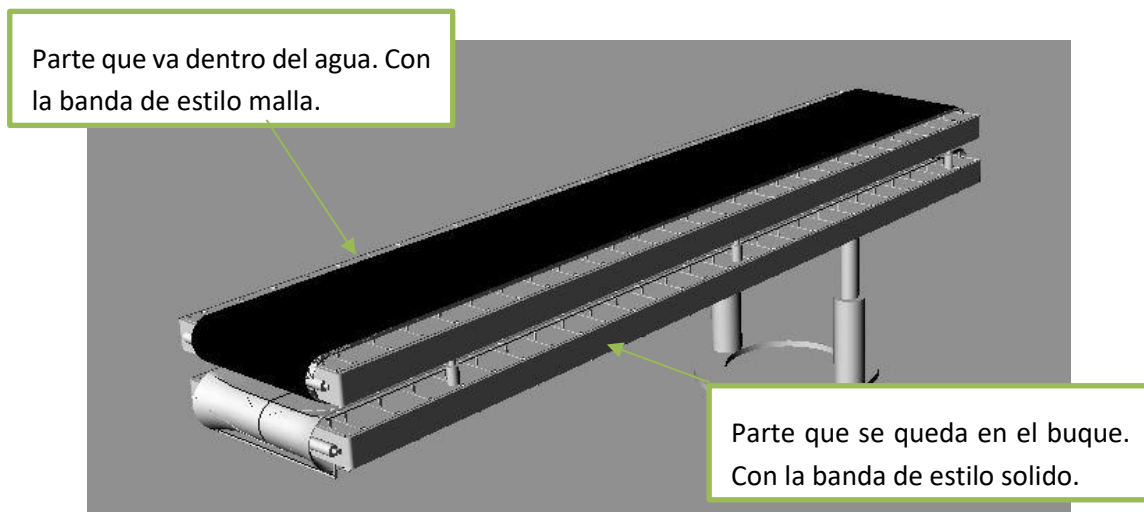


Ilustración 38. Fuente: elaboración propia

Por facilitar las tareas de recogida de residuos y movimiento de todo el conjunto la estructura de dentro del buque está sujeta al buque mediante dos pistones. Estos dos pistones se encuentran sobre un sistema de rodamientos de 360 grados que le permiten girar en cualquier sentido. A su vez este sistema de rodamientos se encuentra instalado en unos railes de desplazamiento integrados en la cubierta sobre la que se encuentra el sistema.

Encima de la estructura que se encuentra anclada dentro del buque reposa la estructura que se encarga de recoger los residuos del mar. Esta se encuentra fijada a la estructura inferior por un sistema de railes con pistones, que le permiten moverse horizontalmente para desplegarse y poder realizar el trabajo.

1.2 Características

La estructura que se encuentra en el interior del buque tiene unas dimensiones de 53 metros de largo y 11 de ancho, constituida por bigas de perfil en T, hechas de acero marino o derivados para poder aguantar las condiciones a las que se va a enfrentar.

A su vez toda la estructura dispone de refuerzos transversales y longitudinales para poder trabajar en la mayoría de condiciones posibles sin comprometer la seguridad del conjunto.

Toda esta estructura está forrada con una cubierta metálica la cual le ofrece una mayor protección, del ambiente marino, al esqueleto principal del sistema.

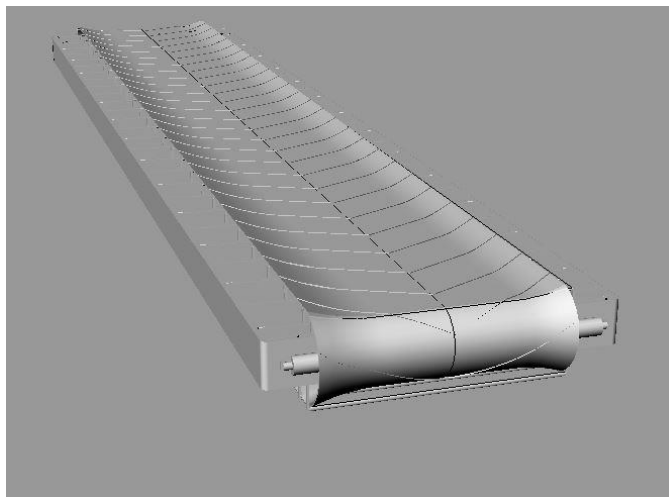


Ilustración 39. Fuente: elaboración propia

Esta estructura a su alrededor tiene una cinta solida de caucho, con unas dimensiones más pequeñas que la misma estructura para poder conseguir mayor velocidad y que se encuentre centrada en él medio de la misma estructura. Esta cinta tiene unas dimensiones de 53 metros de largo y 11 metros de ancho. A su vez para garantizar que los residuos se queden los más centrados posible en él medio del conjunto, en los extremos de la cinta los rodillos de desplazamiento que se han colocado se han puesto con una inclinación mínima pero suficiente que permite que todos los residuos se mantengan dentro.

Esta cinta está dividida con salientes en forma de triángulo, separados entre sí 2 metros desde el punto medio, para dar más ayuda a la hora de centrar el material y también para evitar la acumulación de material en algunos puntos.

La estructura que se encuentra en el exterior del buque tiene unas dimensiones de 53 metros de largo y 11 metros de ancho, constituida por bigas de perfil en T, hechas de acero marino para poder soportar las condiciones ambientales a las que se va a enfrentar.

A su vez la estructura dispone de refuerzos transversales y longitudinales para poder trabajar en la mayoría de las condiciones posibles sin comprometer la seguridad del conjunto. Toda la estructura esta forrada con una cubierta metálica para ofrecer una mayor protección, contra él ambiente marino, al esqueleto del sistema.

La cinta que se dispone en el exterior para proceder a la recogida de los plásticos, está construida en forma de malla con unas dimensiones de agujero de 5 milímetros y de material plástico o derivado del petróleo para permitir la máxima adherencia posible. Esto se ha decidido hacer de esta manera para permitir filtrar el agua y así evitar sobrecargar el buque con grandes cantidades de agua que pondrían en peligro la estabilidad del buque. Aun y tener una cinta con agujeros, estos se han diseñado con un tamaño suficiente para poder recoger residuos desde 5mm hasta los más grandes.

Esta cinta al ser de estilo de malla no se ha instalado en forma de V o artesa, ya que si no se deforman los agujeros de la misma. Por ello en el extremo de la estructura se han instalado unos sistemas retráctiles de guías en forma curva, para guiar los



residuos hacia el centro de la cinta y poder así al conjunto del sistema a cargar más cantidad de material. En las siguientes fotografías se muestra la forma que tienen las guías y donde están colocadas.

Esta parte del conjunto del sistema, se sujeta mediante un sistema de soportes con pistones a la estructura que está anclada al buque. Estos anclajes evitan que las dos partes del sistema se toquen. Por otra parte, permiten que la estructura que se encarga de recoger los residuos se pueda desplegar para poder realizar su trabajo. Como se ha dicho en los anteriores párrafos, cada estructura dispone de su sistema de alimentación propio. Estos sistemas se han dimensionado según las dimensiones de la cinta transportadora, también teniendo en cuenta diferentes condiciones de trabajo en cuanto a capacidad de carga y diferentes velocidades de funcionamiento. El diseño de este sistema se ha realizado de la siguiente manera, por necesidades de proyecto. Ya que cuando el conjunto del sistema se encuentra desplegado en su totalidad, no es posible almacenarlo dentro del buque. Cuando el sistema está recogido tiene unas dimensiones de 53 metros de largo y se posiciona dentro del buque tal y como se muestra en el **capítulo 5 apartado 4 Disposición de la planta del buque**.

1.3 Dimensionamiento

El dimensionamiento de las cintas transportadoras tanto la de estilo en malla como la sólida se haría siguiendo los mismos pasos y formulas, distando de algunos factores que son individuales según el estilo y tipo. Por ello a continuación se muestra y explican todos los pasos que se han seguido para llegar al dimensionamiento final de la cinta. También cabe tener en cuenta que se trata del diseño de un prototipo, ya que no se ha realizado ninguna construcción de este estilo ni ningún análisis en otras ocasiones. Por ello cabe esperar que los resultados de este apartado disten de los resultados en cintas más normalizadas.

El dimensionamiento de una estructura del tamaño que se proponen puede resultar tedioso, por ello se diferencian principalmente los siguientes pasos; el cálculo de la banda transportadora, el cálculo del tamaño de los rodillos, el dimensionamiento del tambor principal y su potencia, la velocidad a la que debe ir la banda. También se debe destacar que los principales fabricantes solo ofrecen anchos de banda de hasta 2,5 metros y en casi ningún caso una banda en estilo de malla como la que se requiere para el proyecto. A continuación, se explican todos los pasos que se deben seguir para realizar un buen dimensionamiento de una estructura de este estilo, a su vez hay que resaltar que muchos de los cálculos no se han realizado ya que hay parámetros que dependen de los fabricantes y estos no ofrecen las dimensiones que se requiere (32). De ahora en adelante, se han seguido los cálculos del trabajo con la referencia (32).

Empezamos definiendo unas dimensiones básicas y unas restricciones como se ha hecho en el **subapartado 1.2 de este mismo capítulo**. El ancho de la banda es de 5 metros, la longitud de la cinta es de 110 metros y el material a transportar son residuos, que en general sus densidades oscilan desde los 0,9 hasta 1,4 Kg/m³.

Entre estas densidades encontramos también la densidad del agua de mar, 1.25 Kg/m³, la cual se debe considerar ya que parte de la primera sección de la cinta transportadora está en contacto con ella.

Como ya tenemos los factores base definidos, empezaremos por calcular el área de carga de la banda transportadora. Para ello utilizaremos las siguientes ecuaciones (32):

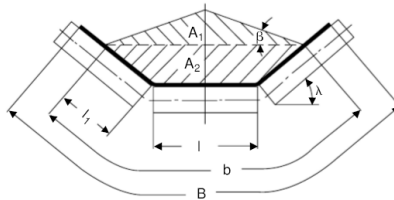


Ilustración 40. Fuente: trabajo Amela.E

$$A_1 = 0.25 * \tan(\beta) * [l + (b-l) * \cos(\lambda)]^2$$

$$A_2 = l_1 * \sin(\lambda) * [l + l_1 * \cos(\lambda)]$$

Donde;

$$b = 0.9 * B - 0.05$$

$$l_1 = 0.5 * (b - l)$$

$$A = A_1 - A_2$$

Definiendo;

A_1 : Sección transversal superior del material (m²)

A_2 : Sección transversal inferior del material (m²)

β : Ángulo de sobrecarga (°)

λ : Ángulo de arista (°)

l : Longitud de los rodillos (m)

Capacidad de la banda

$$Q_v = 3600 * v * A * k$$

Definiendo;

Q_v : Capacidad volumétrica de la banda (m³/h)

v : velocidad de la banda (m/s)

A : Área sección transversal del material (m²)

k : Coeficiente de reducción de la capacidad por inclinación (-)

Como se ha especificado en apartados anteriores las dos cintas transportadoras que se utilizan están inclinadas, por ello el coeficiente k se aplica de la siguiente manera:

$$K = 1 - 1.64 * \left(\frac{\varphi * \pi}{180}\right)^2$$



φ : Ángulo de inclinación de la banda ($^{\circ}$)

k: coeficiente de reducción de la capacidad por inclinación (-)

La capacidad de la banda transportadora depende del peso específico del material que va a transportar. Como se ha dicho en nuestro caso, estas cintas transportadoras llevarán residuos de diferentes densidades que van desde 0.9 hasta 1.4 Kg/m³, entre las cuales se encuentra el agua salada.

Este parámetro y el que viene a continuación son casi los únicos parámetros que se pueden dimensionar ya que solo requieren de los datos que se le requieran al sistema. Es por ello que cabe ser escépticos con los resultados que se den, ya que podrían variar en un caso real, pero son suficientes para mostrar aproximadamente una idea prototipo.

Capacidad de transporte de la banda

$$Q_m = Q_v \cdot \gamma$$

Definiendo;

Q_m: Capacidad de transporte de la banda (t/h)

Q_v: Capacidad volumétrica de la banda (m³/h)

γ : peso específico del material transportado (t/m³)

Potencia para mover la cinta en vacío y carga con desplazamiento horizontal

Antes de calcular ninguna potencia con la cinta en plena carga, hay que calcular la potencia necesaria para vencer el peso y el rozamiento de los tambores, rodillos y de la banda transportadora.

$$P_1 = \frac{C_b \cdot v + Q_m}{C_l \cdot K_f}$$

Definiendo;

C_b: Factor de ancho de la banda (Kg/s)

V: Velocidad de la banda (m/s)

Q_m: Capacidad de transporte de la banda (t/h)

C_l: Factor de longitud de la banda (m⁻¹)

K_f: Factor de servicio (-)

	Ancho de banda							
Peso específico γ	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
$\gamma \leq 1$	31	54	67	81	108	133	194	227
$1 < \gamma < 2$	36	59	76	92	126	187	277	320
$\gamma > 2$	-	65	86	103	144	241	360	414

Tabla 3. Fuente: trabajo Amela.E. Factor de ancho de la banda, C_b



Longitud	32	40	50	63	80	90	100	150	200	250	300
CI	222	192	167	145	119	109	103	77	63	53	47

Tabla 4. Fuente: trabajo Amela.E. Factor de longitud de la banda, CI

Condiciones de trabajo	Kf
Favorables; buena alimentación y bajas velocidades	1,17
Condiciones estándar	1
Desfavorables; bajas temperaturas y alta velocidad	0,74-0,87
Temperaturas extremadamente bajas	0,57

Tabla 5 . Fuente: trabajo Amela.E. Factor de servicio, Kf

Resistencia mínima de tracción de la banda

Una vez hemos obtenido la potencia total parcial, que se necesita para mover la banda. Necesitamos calcular la resistencia mínima que puede soportar la banda. Para el cálculo del valor del esfuerzo de tracción de la banda, utilizaremos una serie de factores experimentales del fabricante Dunlop (33).

$$K = \frac{CR * PT}{Cv * V}$$

Definiendo;

K: Resistencia mínima a tracción de la banda (N/mm)

PT: Potencia total parcial (Kw)

CR: Factor de fricción según la superficie del tambor

Cv: Factor de pérdida de resistencia a tracción según el tipo de banda

Factor de fricción CR								
Superficie del tambor motriz	Coeficiente de fricción μ	Ancho de banda (mm)						
		300	400	500	650	800	1000	1200
Sin recubrimiento y mojado	0,15	96	74	59	45	37	30	25
Recubierto con goma, mojado y sucio	0,3	62	46	37	28	23	18	15



Adaptación de un buque granelero para la recogida
y procesamiento del plástico y basura marina

Sin recubrimiento y seco	0,35	57	43	34	26	21	17	14
Con recubrimiento de goma y seco	0,4	53	40	32	25	20	16	13

Tabla 6 . Fuente: trabajo Amela.E. Coeficiente de fricción según la superficie del tambor CR

Tipos de bandas	Tipo de empalme por nº de telas		Factor Cv
Dunlopflex	2 capas superpuestas	Al 100 %	1
	2 capas superpuestas	Al 50 %	0,5
Trioflex	3 capas superpuestas	Al 100 %	1
	2 capas superpuestas	Al 50 %	0,67
Superfort	Número de capas	1	0,7
		2	0,5
		3	0,67
		4	0,75
		5	0,8
		6	0,83
Ferroflex	Zig- Zag	-	0,9
Steelcord	Número de escalones	1--2	1
		03	0,95
		4	0,9

Tabla 7. Fuente: trabajo Amela.E. Factor de pérdida de resistencia a la tracción por empalmes de telas, Cv

Una vez tengamos determinado el valor del esfuerzo a tracción determinaremos un valor normalizado.

Resistencia nominal de las bandas textiles (N/mm)									
126	160	200	250	315	400	500	630	800	1000

Tabla 8 . Fuente: trabajo Amela.E. Resistencias nominales

Curva convexa vertical

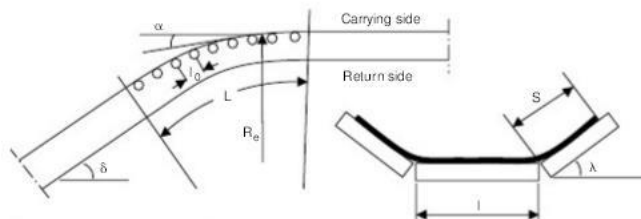


Ilustración 41. Fuente: trabajo Amela.E

Según las normativas utilizadas, cuando la cinta transportadora dispone de curvas cóncavas o convexas se deben realizar una serie de cálculos que tengan en cuenta este efecto. Lo importante de tener en cuenta esta parte de cálculos es averiguar el radio que debe tener la curva que hay, también la posición donde se encontraran los rodillos y el numero necesario de ellos.

Radio convexo

$$Re = x * s * \sin(\lambda) \text{ (m)}$$

Definiendo;

s: porción de banda en contacto con el rodillo inclinado (mm)

$$s = 0.5 * (b-l) * \delta$$

L: Longitud de los rodillos (m)

B: Ancho de banda (m)

X: Factor de carcasa

X = 125, para bandas textiles

X = 400 para bandas con cable de acero

Longitud de curva (m)

$$L = \frac{\pi * \delta * Re}{180}$$



Numero de rodillos en la curva (piezas)

$$Z = \frac{\delta}{\alpha}$$

Distancia de rodillos (m)

$$l_o = \frac{L}{Z}$$

Definiendo;

α : Desviación por rodillo (º)

α : aproximadamente 2º para 30 º de aresta

α : aproximadamente 3º para 20 º de aresta

δ : inclinación de la banda (º)

Cálculo de la resistencia al movimiento de la banda

Para hacer el cálculo de las resistencias que influyen en el movimiento de la banda transportadora utilizaremos las fórmulas que más aceptadas internacionalmente.

- Fórmula que proviene de la norma DIN22101
- Fórmula que proviene de la norma ISO 5048
- Fórmula que proviene de la norma UNE 58204
- Fórmula que proviene de la norma MHEA
- Fórmula que proviene de la norma CEMA

La normativa que mejor clasifica las fuerzas que se den tener en cuenta al igual que la se trata de la más utilizada es la DIN 22101. Esta normativa divide las resistencias que se aplican a una banda transportadora en las siguientes;

- Fh: Resistencias principales
- Fn: Resistencias secundarias
- Fs: Resistencias especiales
- Fst: Resistencia de inclinación o descenso

Para el cálculo de la resistencia total restante, hay que sumar estas diferentes resistencias que se han ido calculando.

Resistencia principal

Se define resistencia principal como aquella resistencia que se produce en la fricción entre los rodamientos de los rodillos y las juntas de esto. También podemos decir que es la resistencia que se produce con el avance de la banda transportadora con los rodillos de arriba y debajo de la estructura.

$$F_H = f * L * g * [m'_R + (2*m'_G + m'_L) * \cos(\delta)]$$

Definiendo;

F_H: Resistencia principal (N)

f: coeficiente de fricción (-)

L: Longitud de la banda (m)

g: Gravedad (m/s²)

m'_R: Masa de los rodillos por unidad de longitud (Kg/m)

m'_G: Masa de la banda por unidad de longitud (Kg/m)

m'_L: Masa de la carga por unidad de longitud (Kg/m)

δ: Ángulo de inclinación de la banda

Hay que tener en cuenta antes de realizar el cálculo de la resistencia principal, que el coeficiente de fricción depende de diversos factores del conjunto del sistema. En este coeficiente influyen el estado de los rodillos y tambores, su material o el mantenimiento que tengan. Por ello se han creado como unos estándares de coeficientes de fricción según este el sistema.

Condiciones de operación	Coeficiente f
Bandas descendentes que requieren frenado mediante un motor	0,012
Condiciones favorables; buenas bandas con rodillos de marcha y una fricción pequeña	0,017
Condiciones con ambiente normal de trabajo	0,02
Condiciones desfavorables; con ambientes polvorientos y sobrecargas periódicas	0,023-0,03

Tabla 9. Fuente: trabajo Amela.E

Masa de las partes móviles

Las partes móviles del conjunto de la cinta transportadora, la constituyen los rodillos y la banda transportadora. Por ello sus masas correspondientes, m'_G y m'_R, son las que se deben dimensionar.



De tipos de lona hay una gran variedad, en el caso de este proyecto se ha decidido dimensionar una lona de estilo sólido y una de estilo malla. Las bandas transportadoras de estilo malla de grandes dimensiones no son las más populares y no se ha encontrado ningún fabricante que las tenga en su catálogo.

Masa de la banda

Para calcular la masa de la banda se utilizan las ecuaciones que nos proporcionan los fabricantes de las mismas. En cada estilo de malla encontramos una formula distinta, para la banda solida se trata de la primera formula y para la banda de malla se trata la segunda.

$$m'_G = B * (1,2 * E + PI * Z)$$

Definiendo;

m'_G : Masa de la banda por unidad de longitud (Kg/m)

E: Espesor total de los recubrimientos (mm)

B: Ancho de banda (m)

Z: Numero de lonas

PI: Peso por m² de cada lona

Masa de los rodillos

Para calcular la masa total de los rodillos, hay que hacer la suma de los rodillos superiores e inferiores. Tambien como en todos los calculos se dibiden las dos secciones de sistema.

$$m'_R = \frac{m_{Ro}}{l_o} + \frac{m_{Ru}}{l_u}$$

Definiendo;

m'_{Ro} : Masa de los conjuntos de rodillos superiores (Kg/m)

m'_{Ru} : Masa de los conjuntos de rodillos inferiores (Kg/m)

l_o : Separación entre dos estaciones de rodillos superiores (m)

l_u : Separación entre dos estaciones de rodillos inferiores (m)



Velocidad de los rodillos

Para determinar la velocidad a la que giraran los rodillos, habrá que tener en cuenta el diámetro de los mismos. Por ello la velocidad a la que pueden girar los rodillos se limita a 650 r.p.m. y se calcula con la siguiente ecuación.

$$n = \frac{60 * v}{\pi * Dr}$$

Definiendo;

n: Velocidad de los rodillos (r.p.m)

V: Velocidad de la banda (m/s)

Dr: Diámetro de los rodillos (m)

Masa de la carga a transportar

Para continuar con el dimensionamiento de la cinta, debemos calcular la masa total que las bandas pueden llegar a transportar. Para determinar los valores se utilizan la siguiente formula.

$$m'_L = \frac{Qm}{3,6 * v}$$

Definiendo;

m'_L: Masa de la carga por unidad de longitud (Kg/m)

Qm: Capacidad de transporte de la banda (t/h)

v: Velocidad de la banda (m/s)

Resistencias secundarias

Según la normativa se consideran resistencias secundarias aquellas resistencias que se pueden producir en zonas de carga, por aceleraciones del material en ese punto, la fricción con las paredes laterales de la tolva, la resistencia por el efecto del enrollamiento de la banda en los tambores y también la resistencia que pueden producir los cojinetes de los tambores. En nuestro caso, ninguna de las dos secciones del sistema dispone de tolvas de carga. Por lo contrario, sí que se encuentran los dos puntos principales por donde se carga el material, uno el que se encuentra dentro del agua y el otro cuando la primera sección deposita el material en la segunda sección.

Para determinar la resistencia secundaria se utilizará la siguiente ecuación.

$$F_n = (C-1) * F_h$$

Definiendo;

F_n : Resistencia secundaria (N)

F_h : Resistencia principal (N)

C: Coeficiente de corrección de longitud (-)

Para el cálculo del valor del coeficiente existen dos métodos. El primero consta de una gráfica que está en función de la longitud. El segundo, que será el utilizado, se trata de una fórmula en la que se muestra a continuación.

$$C = 15,9 * L^{-0,61} + 0,77$$

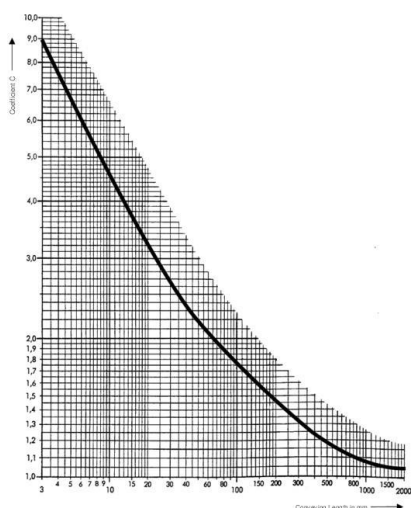


Ilustración 43. Fuente: trabajo Amela.E

L (m)	3	4	5	6	8	10	13	16	20
C	9.0	7.6	6.6	5.9	5.1	4.5	4.0	3.6	3.0
L (m)	25	32	40	50	63	80	90	100	120
C	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0	1.92	1.86	1.78	1.70
L (m)	140	160	180	200	250	300	350	400	450
C	1.63	1.56	1.50	1.45	1.38	1.31	1.27	1.25	1.20
L (m)	500	550	600	700	800	900	1000	1500	2000
C	1.20	1.18	1.17	1.14	1.12	1.10	1.09	1.06	1.00

Ilustración 42. Fuente: trabajo Amela.E

Resistencias por inclinación

En este proyecto como se ha explicado en apartados anteriores, los sistemas se encuentran inclinados respecto al buque, por ello según la normativa hay que tener en cuenta esta inclinación ya que genera unas resistencias. Para el cálculo de estas utilizaremos la siguiente fórmula.

$$F_{st} = H * g * m'_L$$

Definiendo;

g : Gravedad (m/s^2)

m'_L : Masa de la carga por unidad de longitud (Kg/m)

H = Desnivel entre el tambor motriz y tambor de cola (m)

Resistencias especiales

En la normativa define como resistencias especiales, la resistencia que producen los rodillos, dispositivos de limpieza, trippers y muchos más elementos que no se tienen en cuenta en este proyecto. En el caso de este proyecto la única resistencia especial que se puede llegar a tener en consideración es la que producen los rodillos.

La normativa prevé una resistencia de los rodillos por su desalineamiento en sentido de la marcha, tanto de rodillos superiores como inferiores. A continuación, se exponen los cálculos necesarios que se deberían hacer si se diese el caso de tener rodillos desalineados, ya que al tratarse de un proyecto de prototipo no se puede determinar con exactitud.

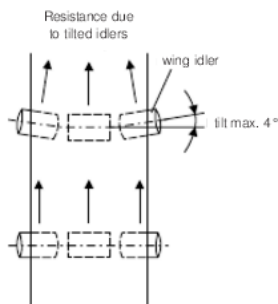


Ilustración 44. Fuente: trabajo Amela.E

$$F_{s1} = Z_{rst} * C' * \cos(\delta) * \sin(\epsilon) * \mu' * (m'_G + m'_L)$$

Definiendo;

F_{s1} : Resistencia de convergencia debida al desalineamiento de los rodillos del carril superior

Z_{rst} : Número de rodillos inclinados que componen la estación

C' : Factor de carga+

Ángulo de artesa = 30° -- $C = 0,4$

Ángulo de artesa = 45° -- $C = 0,5$

μ' : Coeficiente de rozamiento entre la banda y rodillos 0,2 – 0,4

δ : Ángulo de inclinación de la banda ($^\circ$)

ϵ : Ángulo de convergencia $1 - 3^\circ$

m'_G : Masa de la banda por unidad de longitud (Kg/m)



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

m'_L : Masa de la carga por unidad de longitud (Kg/m)

$$F_{s1}' = Z_{rst} * C' * \cos(\delta) * \sin(\epsilon) * \mu' * m'_G$$

Definiendo;

F_{s1} : Resistencia de convergencia debida al desalineamiento de los rodillos del carril inferior

Z_{rst} : Número de rodillos inclinados que componen la estación

C' : Factor de carga+

Ángulo de artesa = 30° -- $C = 0,4$

Ángulo de artesa = 45° -- $C = 0,5$

μ' : Coeficiente de rozamiento entre la banda y rodillos 0,2 – 0,4

δ : Ángulo de inclinación de la banda (°)

ϵ : Ángulo de convergencia 1 – 3°

m'_G : Masa de la banda por unidad de longitud (Kg/m)

m'_L : Masa de la carga por unidad de longitud (Kg/m)

En resumen, la totalidad de la resistencia especial es la suma de las diferentes resistencias que se han ido teniendo en cuenta.

$$F_s = F_{s1} + F_{s1}' + F_{SH} + F_{GR} + F_B$$

Definiendo;

F_{s1} = Resistencia de convergencia debida al desalineamiento de los rodillos portantes en el carril superior (N)

F_{s1}' = Resistencia de convergencia debida al desalineamiento de los rodillos portantes en el carril inferior (N)

F_{SH} = Resistencia debida al rozamiento contra los faldones de las canaletas de alimentación o contra las guías longitudinales de la banda (N)

F_{GR} = Resistencia debida al rozamiento de los dispositivos de limpieza de tambores y banda (N)

F_B = Resistencia debida al rozamiento de los trippers (N)



Fuerza tangencial en estado estacionario

Se define como fuerza tangencial al esfuerzo total tangencial necesario para llegar a vencer las resistencias que se oponen al movimiento del sistema. Su cálculo se realiza con la siguiente formula:

$$F_U = F_H + F_N + F_{st} + F_S$$

Definiendo;

F_H: Resistencias principales (N)

F_N: Resistencias secundarias (N)

F_{st}: Resistencias debidas a inclinación (N)

F_S: Resistencias especiales (N)

Fuerza tangencial en estado no estacionario

La fuerza tangencial en un estado no estacionario, es la fuerza que se produce cuando un sistema se dispone a arrancar. En este instante la banda transportadora necesita de una fuerza mayor a la fuerza de funcionamiento normal. Por ello se debe tener en cuenta que elementos oponen resistencia al arranque, para obtener un dimensionamiento de fuerza adecuada para poder mover la banda. Esta aceleración o fuerza debe ser suficiente pero nunca muy superior, sino la banda patinara y no arrancara. Así pues, se define como valor estándar, que la fuerza tangencial de arrancada no puede ser superior a 1,5 veces la fuerza tangencial que tiene el sistema en estado estacionario. También hay que tener en cuenta la condición que esta fuerza no estacionaria solo se aplica durante un breve periodo de tiempo.

Potencia final

Cuando ya se han calculado las diferentes fuerzas que actúan en el sistema, principalmente F_u (fuerza tangencial en estado estacionario) podemos calcular la potencia necesaria para mover el tambor motriz del sistema. Al tratarse un sistema de grandes dimensiones se propone la instalación de un motor en cada extremo del tambor, para poder satisfacer las necesidades de una buena velocidad

Potencia que transmite el tambor motriz

$$P_t = \frac{F_u * v}{1000}$$

Definiendo;

Fu: Fuerza tangencial en estado estacionario (N)

V: Velocidad de la banda (m/s)

Pt: Potencia final necesaria (Kw)

Potencia requerida por el motor

$$P_m = \frac{P_t}{\eta}$$

Definiendo;

Pt: Potencia final necesaria (Kw)

η : Rendimiento del conjunto motor y transición (-)

Transmisión de fuerzas del tambor motriz a la banda

Tambor motriz en la cabeza del sistema

Por motivos de diseño del proyecto se ha decidido instalar el tambor motriz de cada una de las secciones que constituyen el sistema en la parte superior de cada sección. Se ha escogido esta configuración ya que es la más común en cintas transportadoras horizontales e inclinadas, también porque los motores de nuestros sistemas se enfrentarán a un ambiente corrosivo, como el marino, así se localizan lo más lejos posible del agua.

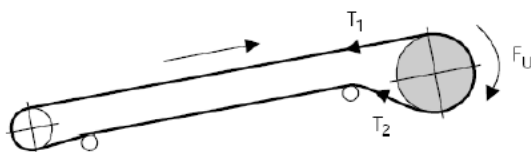


Ilustración 45. Fuente: trabajo Amela.E

Tensión de la banda

Para saber que tensión debe proporcionar el tambor a la banda transportadora, se calcula esta tensión mediante la ecuación de Euler-Eytelwein.

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu + \alpha}$$

Definiendo;



T1: Tensión del lado tenso (N)

T2: Tensión del lado flojo (N)

μ : Coeficiente fricción, banda y tambor (-)

α : Ángulo de abrace entre banda y tambor ($^{\circ}$)

Para que el tambor motriz produzca movimiento debe haber una tensión en un lado y en el otro no. La diferencia de fuerzas que se produce entre los dos lados da como resultado la fuerza tangencial.

$$T1 = F_u + T2$$

La fuerza máxima que el tambor le puede proporcionar a la banda transportadora antes del deslizamiento es;

$$\frac{T1}{T2} < e^{\mu + \alpha}$$

Definiendo;

T1: Tensión del lado tenso (N)

T2: Tensión del lado flojo (N)

μ : Coeficiente fricción, banda y tambor (-)

α : Ángulo de abrace entre banda y tambor ($^{\circ}$)

Superficie del tambor	Recubrimiento	
	Sin	Con
Alta adherencia	0,35	0,45
Seca	0,35	0,4
Húmeda	0,2	0,35
Mojada	0,1	0,3

Tabla 10. Fuente: trabajo Amela.E. Coeficientes de fricción, μ

Para poder realizar un buen dimensionado de la potencia del tambor debemos realizar el estudio de diferentes casos de fricción de su superficie. Es por esto que se considera una superficie de alta adherencia, una seca, una húmeda y una mojada.

$$\mu_a = \mu + 0,05$$



Las tensiones 1 y 2 las calcularemos de la siguiente manera

$$T1a = Fa * (1 + \frac{1}{e^{\mu a * \alpha}})$$

$$T2a = Fa * (1 + \frac{1}{e^{\mu a * \alpha}})$$

Donde $Fa = 1,5 * Fu$

Selección de los elementos de la banda transportadora

Una vez se han analizado todas las resistencias, fuerzas y el resto de factores a tener en cuenta para el correcto dimensionamiento de la banda transportadora, podemos hacer ya una selección de los elementos que actúan en ella. A continuación, se exponen los diferentes elementos que se seleccionan tales como el tambor, el motor la misma banda transportadora y los rodillos. A su vez se realiza los últimos cálculos del dimensionamiento de la banda, realizando la correcta distribución de estos rodillos.

En consecuencia, a las necesidades del proyecto cada uno de los elementos es seleccionado cuatros veces, ya que disponemos de dos secciones por cada uno de los sistemas de recogida. Es por ello también que hay que tener presente que estas selecciones pueden no ser las definitivas, ya que este dimensionamiento se hace sobre un diseño prototipo.

Selección del motor

Al disponer de los cálculos de la potencia que se necesita para mover las diferentes partes del sistema, la selección del motor ya se puede realizar.

Selección de las bandas transportadoras

Antes de seleccionar el estilo de banda, se debe comprobar que esta cumpla los requisitos de tracción para los que se dimensionado el sistema. La resistencia a la tracción de la banda que se seleccione debe ser inferior a la resistencia nominal de la misma. Es por ello que para comprobarlo aplicamos la siguiente formula.

Como se ha dicho la banda de estilo solido seria de la casa Dunlop, aunque no ofrece las dimensiones que se requieren por el proyecto, es el fabricante que dispone de mayor variedad de bandas y de mayor tamaño. La banda que se selección dispone de unos salientes de 32 mm (35).



Ilustración 46. Fuente Dunlop

$$R1 = \frac{T_{\text{máx}} * s}{B}$$

Definiendo;

R1: Resistencia nominal de la banda

Tmáx: Tensión máxima de trabajo de la banda

B: Ancho de la banda

S: Coeficiente de seguridad

Banda con cables de acero S = 8

El resto de bandas S = 10

Selección de los rodillos

La selección de los rodillos la haremos del catálogo de Rotrans (36). Los rodillos que se escogerían serán los que proporcionen al sistema una forma convexa, es este caso la empresa dispone de diferentes modelos, en nuestro caso los que más se adaptan son los rodillos en forma de artesa.

En los anexos se muestra el catálogo de rodillos que este fabricante ofrece. En nuestro proyecto como se ha dicho al principio de este apartado, no hay ningún fabricante que ofrezca el material con el tamaño que se requiere (37). Las estaciones de rodillos también se adjunta el catálogo de Rotrans (38).

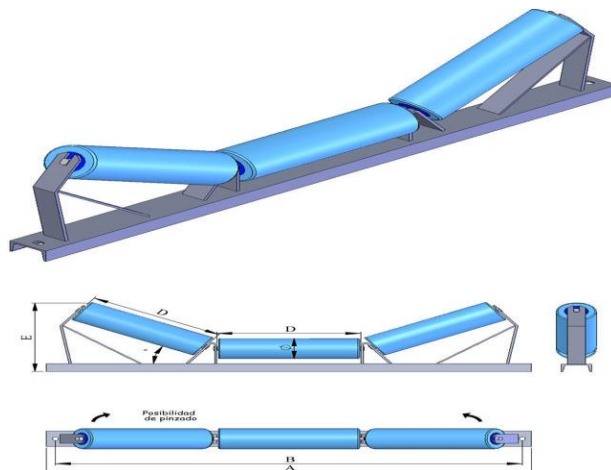


Ilustración 47. Fuente: trabajo Amela.E

Determinación de la carga estática de las estaciones

Estaciones superiores

$$Ca1 = [l_0 * (m'_G + Qm/3,6 * v) * 9,81] * [Fd * Fs * Fm]$$

Definiendo;

Ca1: Carga estática de las estaciones de rodillos superiores (N)

l_0 : Distancia de separación de los rodillos superiores (m)

m'_G : Masa de la banda por unidad de longitud (Kg/m)

v : Velocidad de la banda (m/s)

F_d : Factor de choque (-)

F_s : Factor de servicio (-)

F_m : Factor ambiental (-)

Rodillo con mayor presión de las estaciones superiores

$$Ca = Ca1 * F_p$$

Definiendo;

Ca: Carga sobre el rodillo de mayor esfuerzo de la estación superior (N)

F_p : Factor de participación (-)

Ca1: Carga estática de las estaciones de rodillos superiores (N)

Duración	Fs
<6 horas/día	0,8
de 6 a 9 horas/día	1
de 10 a 16 horas/día	1,1
>16 horas/día	1,2

Tabla 11. Fuente: trabajo Amela.E Factor de servicio, Fs

Condiciones	Fm
Limpio y con mantenimiento	0,9
Material abrasivo o corrosivo	1
Material muy abrasivo o corrosivo	1,1

Tabla 12. Fuente: trabajo Amela.E. Factor ambiental, Fm

Tamaño del material (mm)	Velocidad de la banda (m/s)			
	2	2,5	3	3,5
0-100	1	1	1	1
100-150	1,02	1,03	1,05	1,07
150-300	1,04	1,06	1,09	1,12
300-450	1,2	1,32	1,5	1,7

Tabla 13. Fuente: trabajo Amela.E. Factor de choque, Fd








Factor de participación Fp del rodillo sometido a mayor tensión						
0°	20°	20°	30°	35°	40°	45°
						
1.00	0.50	0.60	0.65	0.67	0.70	0.72

Ilustración 48. Fuente: trabajo Amela.E



Estaciones inferiores

$$CR = [l_o * m'_G * 9,81] * [F_d * F_s * F_m]$$

Definiendo;

CR: Carga estática de las estaciones de rodillos inferiores (N)

l_o : Distancia de separación de los rodillos superiores (m)

m'_G : Masa de la banda por unidad de longitud (Kg/m)

F_d : Factor de choque (-)

F_s : Factor de servicio (-)

F_m : Factor ambiental (-)

Rodillo con mayor presión de las estaciones inferiores

$$Cr = CR * FP$$

Definiendo;

Cr: Carga sobre el rodillo de mayor esfuerzo en las estaciones inferiores (N)

F_p : Factor de participación (-)

CR: Carga estática de las estaciones de rodillos inferiores (N)

Diámetro del tambor

$$D_{tr} = C_{tr} * d$$

Definiendo;

C_{tr} : Coeficiente del tipo de material de la banda (-)

d : Espesor de la carcasa de la banda (mm)



Ctr	Material de la banda
80	Dunloflex
90	Poliamida
95	Trio flex
100	Dunlopast
108	Superfrost
138	Ferroflext
145	Sivercord

Tabla 14. Fuente: trabajo Amela.E Coeficiente del tipo de material de la banda, Ctr

Por normativa el porcentaje de utilización de un tambor debe ser de entre un 60 y un 100 %, si este porcentaje resultado inferior se debe reducir el valor que se ha establecido de este tambor. El porcentaje de utilización de un tambor se determina con la siguiente formula. El motor que se instalaría al igual que los rodillos es de la empresa Rotrans (36). En los anexos se muestra las diferentes opciones que ofrece el fabricante (34).

$$K_a = \frac{T_{\text{máx}} * s}{B * K_n * 100}$$

Definiendo;

T_{máx}: Tensión máxima de la banda

B: Ancho de la banda

K_n: Resistencia nominal a tracción de la banda

s: Coeficiente de seguridad

Banda con cables de acero s = 8

El resto de bandas s = 10

Velocidad, carga y par de los tambores

$$n_T = \frac{v * 60}{\pi * D}$$

Definiendo;

V: Velocidad de la banda (m/s)

n_T: Velocidad de los tambores (r.p.m)

D: Diámetro del tambor (m)



Carga del tambor motriz en el arranque

$$F_t = \frac{T_{1A} + T_{2A}}{9,81}$$

Definiendo;

F_t: Fuerza del tambor motriz en el arranque (N)

T_{1A}: Tensión del lado tenso del tambor (N)

T_{2A}: Tensión del lado flojo del tambor (N)

Par del motor en arrancada

$$M_A = \frac{F_a * D}{2 * 1000}$$

Definiendo;

F_a: Fuerza tangencial en arrancada (N)

D: Diámetro del tambor motriz

Distancia de transición

Se define como distancia de transición a la distancia que existe entre el tambor y la primera estación de rodillos o la distancia entre la última estación de rodillos y el tambor. Esto se debe de tener en cuenta ya que la banda transportadora en la parte superior del sistema tiene una forma de artesa y después pasa a una forma plana en la parte inferior del sistema. Por ello entre medio del tambor y el cambio de forma de la banda se debe colocar una estación de rodillos que realice este ajuste de ángulos entre una forma y la otra. Para realizar una óptima transición se deben realizar los siguientes cálculos.

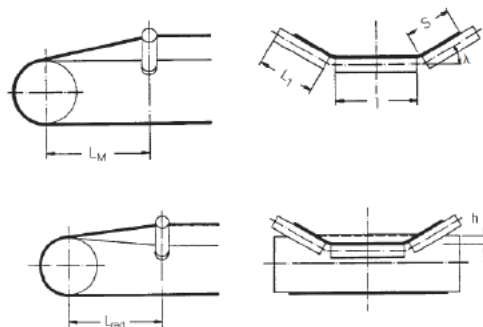


Ilustración 49. Fuente: trabajo Amela.E

$$L_m = x * s * \sin(\lambda)$$

$$h = s^2 * B * \sin(\lambda)$$

$$L_{red} = x * (s * \sin(\lambda) - h)$$

Definiendo;

$$S = 0,5 * (B - l)$$

L_m : Distancia normal de transición (mm)

S : Porción de la cinta en contacto con los rodillos (mm)

l : Longitud de los rodillos (mm)

λ : Ángulo de artesa (º)

L_{red} : Distancia de transición reducida por descenso de h (mm)

h : Elevación del tambor (m)

x : Factor de carcasa

$x = 8$ en bandas textiles

$x = 16$ en bandas con refuerzos de acero



1.4 Normativa

La normativa de la SSCC sobre la que se construido nuestro buque proyecto, DNV-GL, no contempla en ninguno de sus apartados los requerimientos necesarios que se deben cumplir para poder realizar este tipo de instalaciones en buque. Por ello aun y no disponer de sus requerimientos, se ha intentado mostrar los cálculos más a dientes o indicaciones, para que la instalación del siguiente sistema no resulte un problema para el conjunto del buque.

Para el dimensionamiento de las cintas transportadoras se ha tenido en cuenta tres normativas estándar, tanto a nivel nacional, a nivel europeo y a nivel internacional. Estas tres normativas que se han tenido en cuenta, regulan los diferentes aspectos técnicos que deben cumplir cualquier cinta transportadora que se le exijan unas garantías de seguridad. Las normativas son:

- DIN 22101
- ISO 5048
- UNE 58204



Capítulo 5: Modificaciones en el buque

El capítulo 5 es un capítulo donde se exponen las diferentes modificaciones que se le realizan al buque base para poder albergar toda la maquinaria e instalaciones. También es un capítulo donde, siguiendo la temática medioambiental del proyecto, se especifican los detalles de dos instalaciones de energías renovables que se le realizan al buque para poder generar energía y garantizar un mínimo consumo de combustible.

1. Eficiencia del buque

Con motivo de estar realizando un proyecto en el que se intenta solucionar un problema medioambiental. Se ha decidido mejorar la eficiencia del buque para evitar el consumo de grandes cantidades de combustible. Ya que uno de los mayores problemas de estos buques es el consumo de combustible, el cual no es uno de los combustibles más limpios. Para mejorar la eficiencia del buque se procederá a la instalación de unas velas con placas solares de una compañía llamada Eco Marine Power (39). También se procederá a la instalación de placas solares de una empresa llamada TrinaSolar, en las compuertas de la cubierta principal del buque, las cuales complementaran el suministro de energía generado por las velas (40). En el siguiente subapartado se especifican las diferentes capacidades que tiene cada uno de los elementos que se instala y en el subapartado 1.2 Instalación en el buque, se explica cómo se instalan, donde van instalada y otros detalles de relevancia para el entendimiento del proyecto.

1.1 Métodos de incrementar la eficiencia

Para aumentar la eficiencia del buque, como se ha dicho en el apartado 1 de este mismo capítulo, se utilizarán dos métodos; el primero es la instalación de unas velas rígidas que llevan incorporadas en ellas placas solares y la segunda la instalación de placas solares en las compuertas móviles de la cubierta principal. Todo ello se conectará a un banco de baterías, para almacenar la electricidad o consumirla en las diferentes instalaciones del buque. Esta electricidad también se utilizará por los sistemas del buque cuando se encuentre realizando las operaciones de recogida de plástico.

El conjunto de velas, de la empresa Eco Marine Power, proporcionan dos tipos de energía; eléctrica y eólica (39). La energía eléctrica que proporcionan viene de unas plaques solares flexibles instalada en ambas caras de la vela que tiene una forma elíptica. La energía eólica, se encuentra en forma de impulso sobre el buque, ya que estas velas van instaladas sobre la cubierta principal con unos sistemas que les permiten una total orientación para aprovechar al máximo el viento que les incide por su barlovento. En concreto no se sabe la capacidad que proporcionan, pero se puede estimar que al tratarse de paneles solares flexibles no proporcionen más de 150 o 200 Wattios de potencia, esta energía será almacenada en un banco de baterías y será utilizada cuando sea necesario (41).



Ilustración 50 Fuente: Eco Marine Power

Por otra parte, se instalarán en las compuertas del buque placas solares de alto rendimiento, en toda su superficie, ya que así se podrá aprovechar al máximo todas las horas de luz. Las placas serán de la empresa TrinaSolar, una empresa que ha realizado grandes proyectos, uno de ellos en la Seat de Barcelona (40). En concreto se utiliza el modelo de placa TSM-DD14A (II), una placa de estilo monocristalino con 72 células que proporcionan un rango de potencias de entre 340 y 375 vatios y con una eficiencia por placa de 19,3%, una de las mejores del mercado. Están certificadas para resistir unas condiciones ambientales extremas al igual que otros muchos certificados como su marcado CE o de producto reciclable, que abalan que se trata de un producto de una gran calidad y fiabilidad

Estas placas solares tienen unas dimensiones de 1960 milímetros de largo, 992 milímetros de ancho y 40 milímetros de espesor. Su peso se estipula en los 26 kilogramos para una placa con cristal de 4 milímetros y de 22,5 kilogramos para un cristal de 3,2 milímetros (42). En los **anexo 2** se muestra toda su ficha técnica, que la empresa proporciona (43).



Ilustración 51. Fuente: Trinasolar

Al igual que la energía proporcionada por las placas solares de las velas, la energía que proporcionan las placas instalada en las compuertas también será enviada al banco de baterías que se utilizará cuando sea necesario.

Aunque las placas solares como energía renovable no es una de las energías renovables que mejor rendimiento proporciona, por factores externos como el paso de las nubes, sobrecalentamiento y suciedad. Aún y estos inconvenientes resulta una de las soluciones más económica, sencilla de instalar en un buque y que resulta ser un sistema que puede resistir de una manera notable el ambiente marino.

1.2 Instalación en el buque

La instalación los elementos explicados en el apartado 1.1 de este capítulo se realizarán de la siguiente manera:

- Las velas de la empresa Eco Marine Power se instalarán en la separación que queda entre cada uno de los raíles de las compuertas en la cubierta principal, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

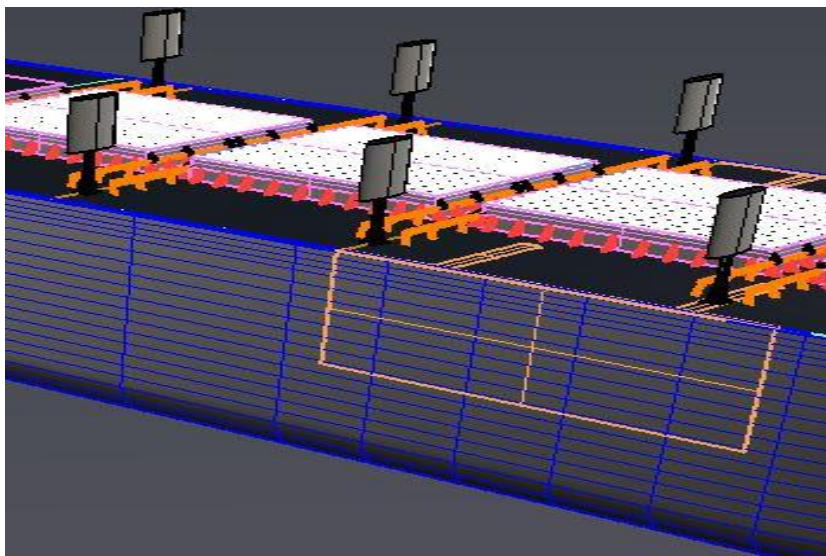


Ilustración 52. Fuente: elaboración propia

Estas irán conectadas al sistema de cableado principal que se dirigirá directamente al banco de baterías, desde donde se distribuirá a los servicios cuando sea necesario. Cada una de las velas estará anclada mediante pernos de acero inoxidable a la cubierta y aunque el soporte este anclado a la cubierta estas velas tienen un sistema de desmontaje fácil en caso de desear sustituirlas, repararlas o desinstalarlas. En total se instalarán un total de 16 velas, entre la banda de babor y la banda de estribor, las cuales proporcionan una potencia total de algo más de 4000 vatios, dependiendo de las dimensiones exactas de la vela, ya que no se proporcionan por la empresa.

- Las placas solares, de la empresa TrinaSolar, que se instalarán en las compuertas no serán un conjunto. Sino que habrá una división en la separación por donde se abren las compuertas para no perder la movilidad del conjunto, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

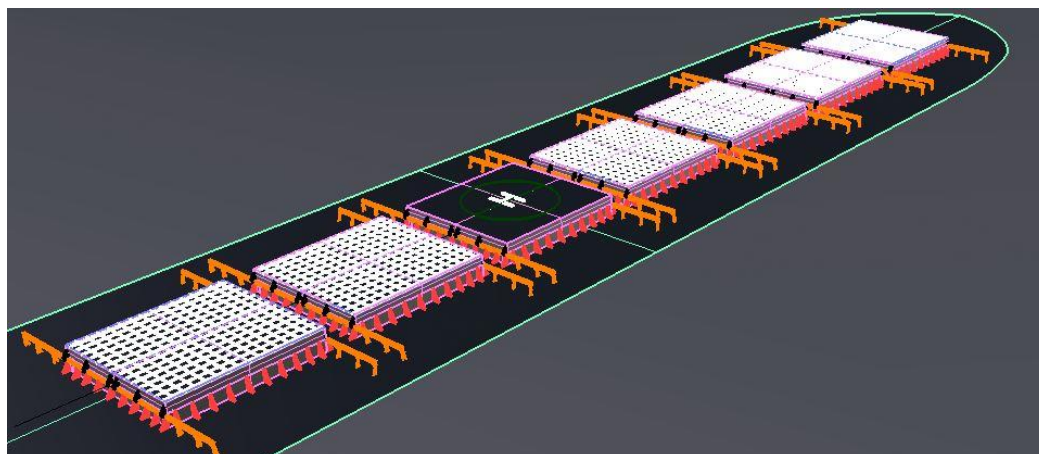


Ilustración 53. Fuente: elaboración propia

En total se realizará una instalación de 430 paneles solares, por compuerta que abarcan una superficie de 842.53 m^2 , ya que estas tienen unas dimensiones de 30,56 metros de largo y 27,57 de ancho. Entre todas las compuertas que dispone el buque de este proyecto se estima una instalación de 3033 placas solares, como las explicadas anteriormente. Llegando a entregar una potencia total de 1092000 vatios (W) o 1,092 megavatios (MW)

El cableado de las placas solares, al igual que el de las velas, tendrá como destino el banco de baterías en la cubierta 1. Al haber dos grupos de placas, un grupo las placas que se encuentran en la banda de estribor de las compuertas y el otro grupo las placas que se encuentran en la banda de babor, el cableado también se diferenciara en dos posiciones, el de la banda de estribor y el de la banda de babor.

Como se ha descrito en este apartado y en el anterior, toda la energía que nos proporcionan los sistemas alternativos ira almacenada en unos bancos de baterías, que estarán instalados en la cubierta 1. Estos compartimentos donde se encuentran los bancos de baterías deben cumplir unos requisitos de la normativa sobre la que se ha construido el buque. En el subapartado 1.3 de este mismo apartado se especifica las diferentes condiciones que deben cumplir las instalaciones de sistemas energéticos alternativos al igual que las condiciones que debe cumplir las instalaciones de baterías.

Las baterías instaladas en el buque, de la empresa Furukawade, son el modelo FCP-1000-12. Un conjunto en total de 6 células a 12 voltios que tienen una capacidad de 1000 amperios por hora y una energía nominal de 12 kWh. Sus dimensiones son de 1141 milímetros de largo, 336 milímetros alto y 505 milímetros de ancho, así pues, estos ocuparan los dos compartimentos que se les ha destinado en el buque, especificado en el **capítulo 5 apartado 4 disposición de planta** (44).



Ilustración 54. Fuente: Furukawade

FCP-1000 multi-unit battery combinations and outer dimensions (example)

Combination	Cell (s)	FCP-1000-12 unit(s)	Block (s)	Nominal voltage of combined batteries (V)	Rated capacity (Ah / 10HR)	Outer dimensions of combined batteries (approx. mm)					Weight of combined batteries (approx. kg)
						Total height: A	Length: B1	Length: B2	Depth: C1	Depth: C2	
4-stack	24	4	1	48	1000	1444	1141	—	560	—	2,150
4-stack 1 line side-by-side	48	8	2	96	1000	1444	—	2532	560	—	4,300
4-stack 2 lines back to back	48	8	2	96	1000	1444	1141	—	—	1075	4,380

Ilustración 55. Fuente: Furukawade

La empresa ofrece estas diferentes combinaciones de células, en este proyecto se instalaría la última combinación de la imagen superior.

Así pues, en total se realizará el montaje 1100 conjuntos FCP-1000-12 repartidos entre los dos compartimentos, especialmente destinados a este fin ya que se dispone de unas dimensiones de 37,08 metros de largo por 17,15 de ancho por cada compartimento (44). Con este gran conjunto de baterías se puede llegar a obtener una gran cantidad de almacenamiento de energía suficiente para saciar las necesidades de toda la maquinaria del proyecto, al igual que garantizar un almacenamiento de reserva destinado para otros usos que se requieran.

Este no se tratará de un sistema para la creación de un buque híbrido, sino que será un sistema que se utilizará para satisfacer la demanda de energía que creará toda la maquinaria, al igual que alargar mucho más tiempo la estancia del buque realizando sus labores, evitando en gran parte el consumo de combustible para la generación de electricidad.

1.3 Normativa

La normativa que contempla las diferentes instalaciones de energía alternativa como las placas solares y las velas rígidas está contemplada en tres partes. A continuación, se expondrá según la instalación la normativa o los diferentes apartados que le corresponden. Así pues, poder contemplar los requisitos que esta marca para que el conjunto de la instalación resulte beneficioso.

Velas rígidas

Las velas rígidas o la asistencia de propulsión mediante viento, se contemplan los requisitos que deben cumplir en la *DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2 sección 12 Wind assisted propulsion system (WAPS)* (45). Esta sección contempla rotores eólicos o velas rígidas, en ella se proporciona los diferentes pasos que hay que seguir para poder realizar este tipo de instalaciones. También cabe destacar que este tipo de instalaciones no se realizan con el objetivo de propulsar en su totalidad al buque, sino que son para poder llegar a reducir el consumo de combustible convencional. Para poder obtener la verificación de la instalación de estos sistemas y verificar que todo está en armonía, en el punto *1.6 Procedural requirements* nos da una tabla con los diferentes documentos y análisis que se deben realizar.

Table 2 Documentation requirements

Object	Documentation type	Additional description	Info
General arrangement	Z030, C020		FI
Case report manoeuvrability	N060	FMEA, on request	AP
Operational manual	Z161, Z220		FI
Test procedure for quay and sea trial	Z253		FI
Strength calculations	H080, H085	Foundation of the WAPS	FI
Arrangement plan of the foundation	C020		FI
Detail drawings of the foundation	C030		AP
Detail drawings of ship structure in way of foundation	H050		AP
Specifications of bearings, bearing lubrication system and possibly other interfaces	C030		AP
Proposal for load case combinations	C010	Incl. assumptions, restrictions, consequences	AP
Material specifications	M030		AP, TA

Ilustración 56. Fuente: *DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2*

Object	Documentation type	Additional description	Info
Description of integration of drive unit electrical installations into on board power supply system	E010		AP
Electrical and hydraulic circuit diagrams including specification of components			AP, TA
Control system description, systematics and specification, i.e. sensors; arrangement, redundancy, alarms	E220, I200		AP
Emergency stop system description; remote start/stop -fail safe	E220, I200		AP
Implementation into alarm and monitoring system	I200, I020		AP
AP = For approval; FI = For information; TA = Covered by type approval			

Ilustración 57. Fuente: *DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2*

Por parte del sistema que se va a instalar se requiere un informe técnico sobre el mismo sistema, con sus datos técnicos, capacidades y todo lo que se pueda proporcionar sobre él (45).

Table 3 Certification requirements

Object	Certification type	Issued by	Certification standard	Additional description
WAPS unit	PD	Manufacturer	DNVGL-ST-0511	DNVGL-ST-0511 [3.2.3]
PD = product declaration				

Ilustración 58. Fuente: *DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2*

Por último se requiere por parte de la normativa, en su punto 3 *Sea trials*, unos test en el mar con vientos de no menos de 15 nudos (45).

Baterías

En referencia a las baterías se encuentra una gran cantidad de normativa, ya que es un sistema que se le da una gran cantidad de usos. Las normativas y secciones de las mismas que hay que seguir para obtener la instalación idónea de las mismas son las siguientes:

-DNVGL-RU-SHIP-Pt4Ch8: la primera sección en la que se nombran los conceptos generales sobre los que se debe basar la instalación de las baterías es la *sección 4 Battery systems* (46). En ellos se define la capacidad de que deben tener las baterías, el uso que se les debe dar a estas, el dimensionamiento en capacidad y temperatura de funcionamiento y requerimientos adicionales.

El segundo punto a tener en cuenta es el *7.6 Battery protection*, en este nos da tres puntos que se deben seguir para tener tanto el sistema como las baterías protegidas. La protección viene desde instalar magnetotérmicos de protección entre el sistema y las baterías y evitar de esta forma la posibilidad de fuego. Otra recomendación a seguir es instalar un circuito de protección entre las baterías.

El tercer punto a tener en cuenta es el 2.3 *Batteries de la sección 10*, en este nombra cuatro puntos a tener en cuenta sobre la instalación de las baterías. Aunque en este punto se den algunas recomendaciones para la instalación en la normativa que se expondrá a continuación se dan más recomendaciones para el estilo de baterías de gel que se instalara (46).

En esta sección nos dice que las cajas donde se encuentran las baterías deben ir fijados al buque, otra cosa que dice es que todos los materiales que se utilicen en el compartimento de baterías deben ser resistentes a la corrosión, también que estos materiales deben ser ignífugos y por último las cajas o estanterías donde estén las baterías tengan un grosor mínimo de 1.5 milímetros (46).

-DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2: de este capítulo de la normativa se utiliza al completo la *sección 1 Electrical energy storage*, en ella se especifican todos los pasos y guías que se deben seguir para obtener una instalación tal y como marca esta norma (45). Lo primero que pide la normativa es hacer una diferencia del objetivo de la instalación de las baterías, para márcanos como lo diferencia nos ofrece la tabla de la siguiente imagen.

Table 1 Class notation

Class notation	Qualifier	Purpose	Application
Battery Mandatory: Yes Design requirements: [2] and [3] Survey requirements for fleet in service: Pt.7 Ch.1 Sec.2 and Pt.7 Ch.1 Sec.4	Power	For vessels where the EES power is used for electrical propulsion of the vessel.	<ul style="list-style-type: none"> — All-electric vessel, i.e. all main sources of power are based on EES. — Hybrid vessel where one of the main sources of power is based on EES. — Hybrid vessel having an operational mode where the vessel is operating on EES power only, with the other main source of power in standby. — Hybrid vessel using the EES system as a redundant source of power for main and/or additional class notations, e.g. dynamic positioning.
	Safety	For vessels where the aggregated EES installation in one EES space has an rated capacity of 20 kWh or above and not having the Battery(Power) notation.	<ul style="list-style-type: none"> — Hybrid vessels not using the EES power as a main source of power. — Hybrid vessels using the EES power for only peak shaving and/or load levelling. — Vessels using EES power solely when moored.

Ilustración 59. Fuente: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch2

Una vez se ha definido el objetivo de las baterías se puede proceder a la definición de todos los parámetros que interviene, las características de las baterías, su posición y todos los detalles de esta instalación, que se exponen en todo el apartado 1 de esta sección. Otros puntos importantes son los 2.3 *Ventilation* y 2.4 *Fire safety for EES spaces* (45). Estos resultan de vital importancia debido a la gran cantidad de baterías que se instala, también a que puede resultar fatal un incendio o una acumulación de gases tóxicos producidos por estas baterías.

A continuación de los puntos expuestos anteriormente, el siguiente con una gran importancia es el apartado 4 *Battery system* en este define punto por punto como crear el diseño de un sistema de baterías, el tipo, las alarmas que se instalan en los compartimentos de baterías, la seguridad, los materiales de construcción y las pruebas que hay que hacer para verificar su funcionamiento (45).

2. Adaptación de las bodegas del buque

En los buques graneleros las bodegas son características por tener sus paredes laterales conectadas con el fondo del buque con una inclinación para conseguir una buena forma cónica y así poder vaciar mejor la carga a granel que llevan. Al igual que en la parte superior del tanque en contacto con la cubierta principal se dispone de una conexión de inclinada. Estos aparte de generar una forma cónica que ayuda a vaciar los tanques cuando se llenan de material a gran también sirve como refuerzos de la estructura del buque. En la siguiente imagen se pueden ver la forma más típica.

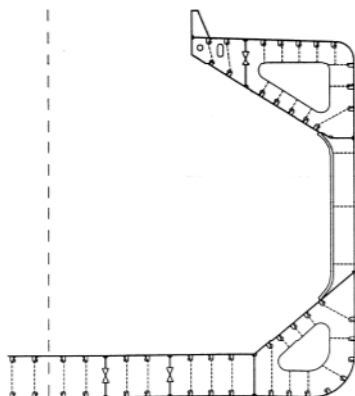


Ilustración 60. Fuente: (47)

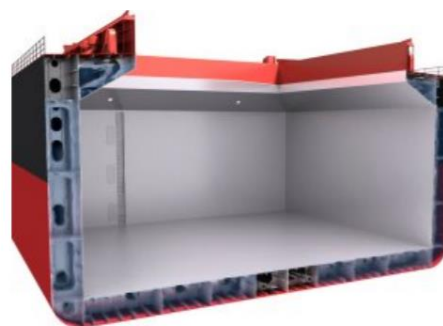


Ilustración 61. Fuente: (47)

Esta inclinación de las bodegas puede resultar un problema para nuestro proyecto, ya que disminuyen el espacio aprovechable. Por ello el espacio que estas inclinaciones ocupan se instalarán todo el sistema de tuberías, cableado y todo lo necesario para poder suministrar los recursos necesarios a toda la maquinaria que se instalara en las bodegas. También se debe destacar que este espesor de casco, en la mayoría de buques graneleros se aprovecha como tanques de lastre. Aunque para el proyecto no suponga un problema se debe de tener en cuenta a la hora de realizar todas las modificaciones que se debe de asegurar la estanqueidad entre los tanques de lastre y las bodegas, para que estos puedan cumplir bien su función.

Las bodegas del buque se dividirán verticalmente en tres cubiertas. Cada cubierta estará dividida en diferentes compartimentos destinados a almacenamiento, bancos de baterías, almacenamiento de piezas de repuesto y todo lo necesario para poder albergar lo necesario para poder cumplir con los objetivos de este proyecto, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

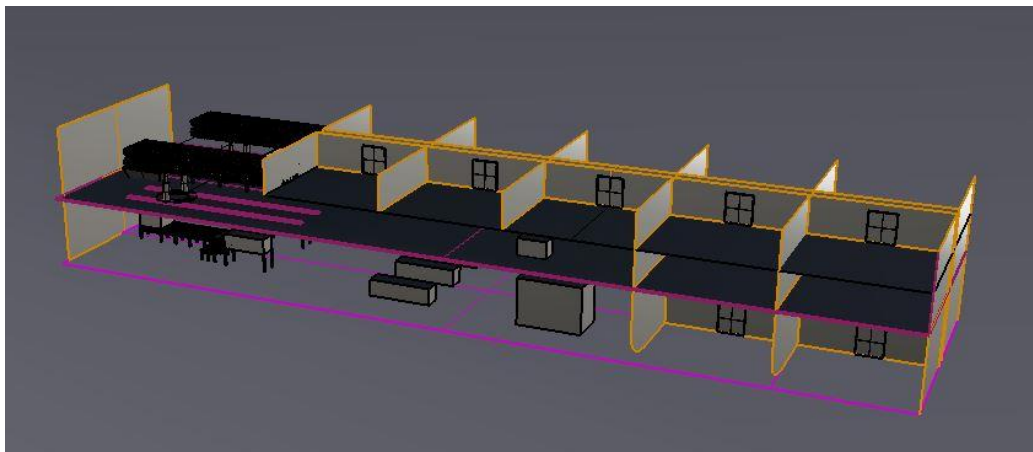


Ilustración 62. Fuente: Elaboración propia

Estas divisiones y su aprovechamiento se especifican con más detalle en los siguientes apartados al igual que se muestran imágenes más detalladas. También se especifican los detalles de cada cubierta en el **punto 2.2 del apartado 4 de este mismo capítulo.**

En los buques graneleros cada una de estas siete bodegas están separadas por mamparos, que cumplen funciones como la de proporcionar separación de la carga para que no haga desestabilizar el buque, proporcionan resistencia estructural al conjunto y también se utilizan como tanques de lastre por normativas de estabilidad. Se eliminarán seis de los ocho mamparos totales, ya que el mamparo de pique de proa y el mamparo que separa las bodegas de la sala de máquinas, no se pueden eliminar ya que realizan una función de contención en el caso del mamparo de pique de proa y un aislamiento por seguridad de la cámara de máquinas con las bodegas. Esto lo marcan las normativas de las sociedades de clasificación y las normativas MARPOL. ***Esto se muestra en las siguientes imágenes del apartado 4 de este mismo capítulo.***

Los seis mamparos que se encuentran en el buque se eliminarán al completo, sustituyendo la función que realizan mediante columnas de acero, colocadas a una distancia lo más conveniente y estructuralmente posible para proporcionar la misma resistencia que dan los mamparos al conjunto del buque. Los cálculos de resistencia del conjunto no se han realizado, ya que el cálculo de todo el conjunto de columnas con las diferentes cubiertas y divisiones, no es el objetivo de este proyecto. Por ello se deja abierto a futuras modificaciones con los pertinentes cálculos. En las siguientes imágenes se muestra los mamparos del buque antes de las modificaciones y después de ellas.

La decisión de eliminar los mamparos y sustituirlos por columnas y diferentes tipos de refuerzos para poder disponer de espacios abiertos, que puedan albergar los sistemas de recogida y las diferentes maquinarias que se instalarán. También para poder crear nuevos espacios, necesarios para albergar diferentes materiales y almacenamiento.



2.1 Adaptación de las cubiertas de bodegas

Como se van a realizar instalaciones de maquinaria, elementos de recogida y una gran cantidad de diferentes elementos, es una necesidad la creación y construcción de diferentes cubiertas que puedan albergar todos estos elementos.

A continuación, se especifica por cada cubierta las características que tiene, las divisiones que se le han hecho y que se encuentra en cada una de ellas, al igual que la función que desempeñan en el proceso de reciclaje y procesado.

Como se ha nombrado en el apartado anterior se ha decidido realizar una división de las bodegas del buque en tres cubiertas tal y como se muestra en la ilustración 62.

En la cubierta inferior, se nombrará de ahora en adelante primera cubierta o cubierta 1, se trata de una cubierta que se extiende desde el mamparo de pique de proa hasta el mamparo que separa las bodegas con la cámara de máquinas, esta no es una cubierta nueva, sino que se aprovecha el fondo de las bodegas. En ella se sitúa lo más a proa posible el inicio de la planta de reciclaje en ella nos encontramos con las dos líneas de reciclaje con sus primeras estaciones. Está cubierta no está fija en los límites más bajos, en la quilla del buque, ya que se deja un espacio entre la cubierta y la quilla para albergar tanques de lastre que mejoren la estabilidad del buque según las situaciones de carga en las que se encuentre. En esta cubierta encontramos desde el mamparo del pique de proa hasta pasada la cuaderna maestra un espacio abierto, donde se encuentran algunas fases del proceso de reciclaje y procesado. A continuación de esta nos encontramos con diferentes compartimentos a babor y estribor utilizados para albergar material de respeto de la maquinaria y los bancos de baterías.

A continuación de la cubierta 1, encontramos la segunda cubierta o cubierta 2 de ahora en adelante. Está siendo la cubierta de mayor importancia del proyecto, por ser la que alberga el sistema de recogida de residuos, además de la continuación del sistema de procesamiento y almacenamiento. La cubierta 2 al igual que la cubierta 1 se extiende desde el mamparo del pique de proa hasta el mamparo de sala de máquinas. A diferencia de la cubierta 1 en ella encontramos menos espacio abierto, lo que se debe a que solo es necesario el espacio que requiere el sistema de recogida, el resto del espacio de la cubierta se ha dividido en diferentes compartimentos a estribos y babor destinados a almacenaje del material procesado, material que no se puede procesar y piezas de respeto.

A su vez tal y como se ha mostrado y se mostrara en las imágenes y se ha dicho al principio, se encuentra lo más a proa el sistema de recogida. Como se puede observar este dispone de un gran espacio abierto, tanto en ancho como en alto, suficiente para poder realizar las labores de trabajo y mantenimiento del sistema. En esta cubierta como se ha explicado en el **capítulo 3 del sistema de recogida**, la cubierta tiene integrados en ella los raíles por los que se desplaza el sistema de recogida. Por otra parte, entre los dos sistemas de recogida se encuentra instalado un sistema de embudo que conduce a una cinta transportadora en la cual se revisara si se ha subido algún ser vivo atrapado entre los materiales para poderlo sacar de la línea de reciclaje y procesamiento y devolverlo al mar.

Por último, entre la cubierta principal y la cubierta 2, encontramos la cubierta 3 o tercera cubierta de ahora en adelante. En ella encontramos diferentes compartimentos a babor y estribor del buque separados por un pasillo de 2 metros de ancho que permite una gran movilidad de materiales de respeto y el transporte de los bidones de material procesado. Está cubierta 3, no ocupa la totalidad del buque, sino que se extiende desde el mamparo de sala de máquinas hacia la casi la mitad del buque, tal y como se muestra en la imagen.

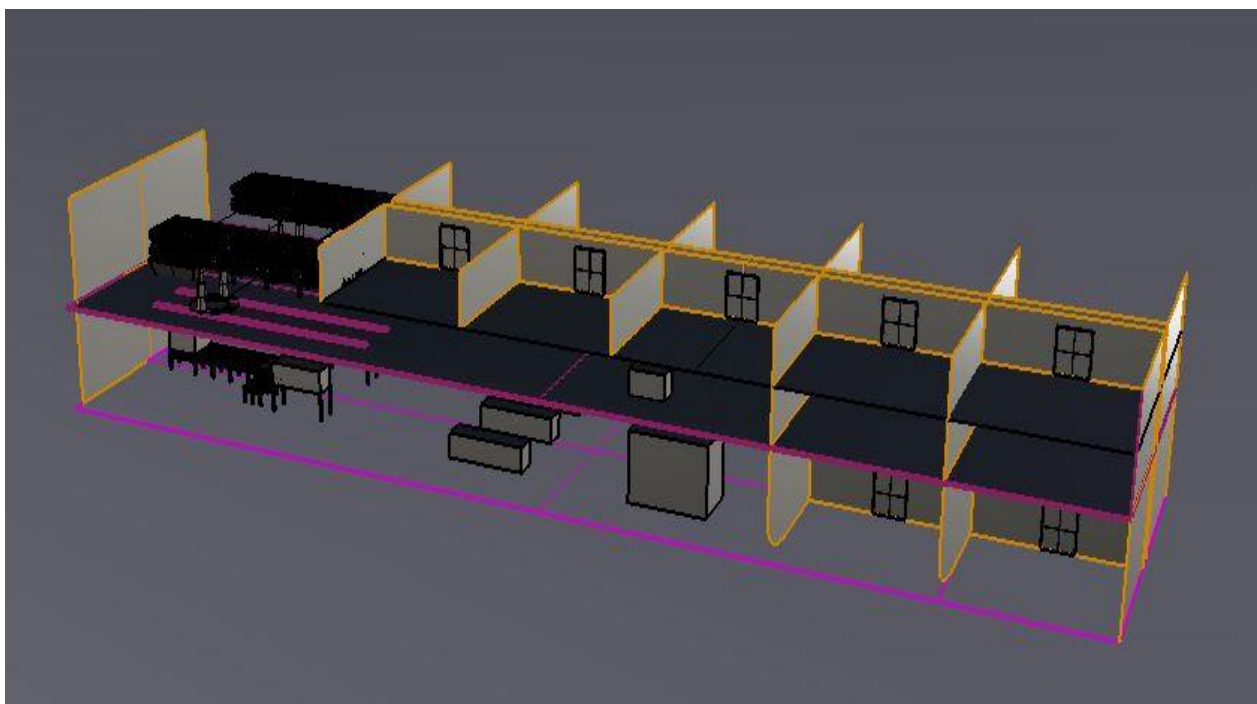


Ilustración 63. Fuente: elaboración propia

Cubierta 1 – cubierta fucsia

Cubierta 2 – cubierta rosa

Cubierta 3 – cubierta negra

2.2 Modificaciones necesarias para la instalación de la maquinaria

Los objetivos del proyecto requieren de la instalación de una gran cantidad de maquinaria para realizar todos los procesos de reciclaje y procesamiento, por ello las cubiertas deben ser capaces de resistir el embiste que toda esta maquinaria les descargara sobre ellas. Para que las cubiertas no sufran grandes esfuerzos y estos se transmitan a las columnas y al conjunto del buque. Toda la maquinaria se instalará sobre *silentblocks* con muelles, los cuales amortiguarán en gran medida todas las vibraciones que estas máquinas producen cuando están en funcionamiento. Estos irán fijados a la cubierta 1 y 2 que es donde se encuentra

toda la maquinaria. Los sistemas de recogida no disponen de *silentblocks*, ya que los sistemas se encuentran montados sobre pistones hidráulicos.

El *silentblock* escogida procede de la empresa Silentflex, se trata de su modelo de *silentblock* con varios muelles, hechos expresamente para su instalación en maquinaria y conseguir así una disminución de las vibraciones (48). El modelo en concreto es el 954060-37, este modelo tiene una carga estática de 1620 a 2190 kilogramos y un conjunto de cuatro *silentblocks* pueden soportar un peso de máquina de entre 6480 a 8760 kilogramos (49,50). Por lo que cumplen de una manera notable las necesidades que se le requieren para la maquinaria instalada. Cada *silentblock*, como el de la imagen, ira instalado en las cada soporte de las diferentes instalaciones que produzcan vibraciones. En total se necesitarán XX *silentblocks* como el de la imagen.



Ilustración 64. Fuente: silentflex

Otra modificación necesaria para poder instalar el sistema de recogida, las cintas transportadoras en la proa, ha sido la instalación de dos compuertas laterales de gran tamaño para poder sacar el sistema del buque y que pueda realizar su función. Estas compuertas instaladas después del pique de proa a estribor y babor, con la ayuda de un sistema de pistones hidráulicos les permite abrirse hacia arriba para poder manipular el sistema de recogida. Estas compuertas dimensionadas para ser completamente estancas y que no influyan en la seguridad del buque. Como se muestra en las siguientes imágenes generadas con *Rhinoceros* se puede ver que la situación de la estructura, se ha instalado lo mejor posible para que no influya ni en la integridad ni de la cubierta principal ni de la compuerta superior de la cubierta principal.

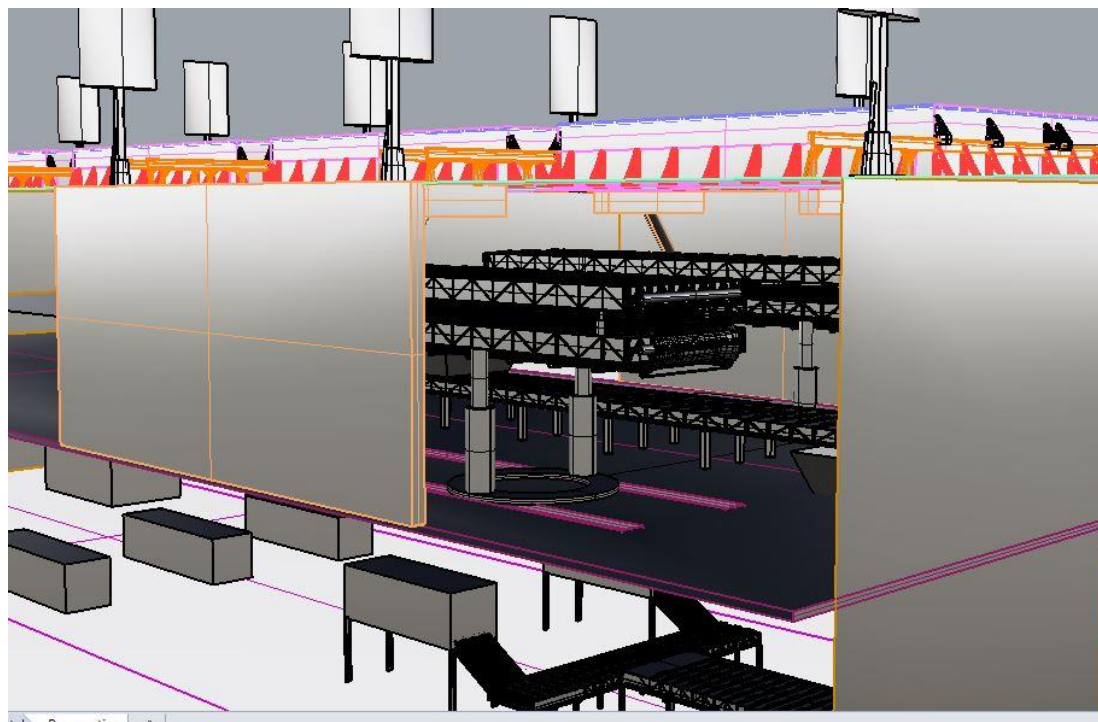


Ilustración 65. Fuente: Elaboración propia

Para crear esta modificación sobre la estructura del buque, se ha tenido en cuenta las condiciones a las que se va a enfrentar cuando este se encuentra en alta mar. Por ello su diseño se ha hecho siguiendo la normativa sobre la que está construido el buque. Esta normativa que se utiliza se especifica en el subapartado 2.3 de este mismo apartado con los diferentes puntos que se han utilizado y las diferentes especificaciones que ordenan cumplir, por ello a continuación solo se especifican más detalles de su diseño y no la normativa de donde proviene.

También una modificación que se va a realizar es instalación de dos railes integrados en la cubierta 2 los cuales se utilizarán para poder desplazar los sistemas de recogida por dentro del buque y también para que estos tengan una buena movilidad a la hora de desempeñar su labor de recogida de residuos. Estos railes no son instalaciones aparte de la cubierta, sino que se ha rebajado la cubierta unos centímetros para poder integrar el sistema de desplazamiento en ella, así ganar en altura para mejorar si cabe más la movilidad vertical del sistema de recogida.

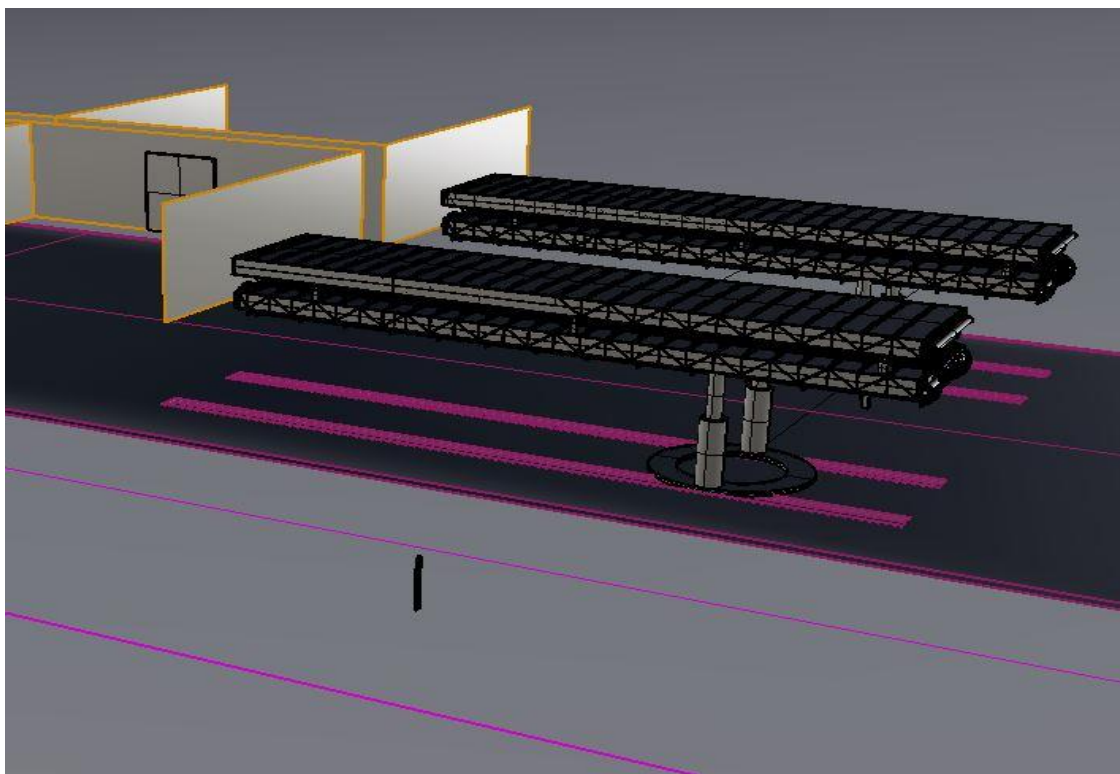


Ilustración 66. Fuente: Elaboración propia

En estos railes se instalarán los carros de desplazamiento sobre los que ira instalado el sistema de recogida. Estos carros de desplazamiento de la empresa Zimmer, disponen de diferentes configuraciones a igual que diferentes métodos de accionamiento, como por ejemplo hidráulicos, neumáticos, eléctricos o manuales (51). Para nuestro proyecto se ha escogido un carro de desplazamiento por accionamiento hidráulico, ya que es el carro que mayor capacidad de carga tiene. Este método también resultara beneficioso ya que en el buque ya se dispone de un sistema hidráulico para el accionamiento de las compuertas laterales y las compuertas de la cubierta principal. El modelo en concreto es 6514GS1A de la serie KBHS, tiene unas dimensiones de 285,2 milímetros de longitud, 170 milímetros de ancho y 80 milímetros de altura. Es un modelo que soporta fuerzas de sujeción de hasta 16000 newtons, en cambio sacrifica vida útil frente a otros modelos de menor capacidad, con solo 0.5 millones de enclavamientos estáticos (52,53). En el **anexo 4** se muestra su ficha técnica al completo, los datos y dibujos CAD que proporciona Zimmer (52).



Ilustración 67. Fuente: Zimmer

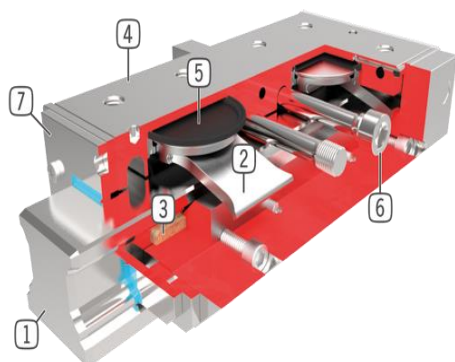


Ilustración 69. Fuente: Zimmer

1	Guía lineal precisa y rígida Disponible para todas las guías lineales precisas y rígidas de uso corriente
2	Palanca acodada Sirve para abrir el elemento
3	Zapatillas de freno y mordazas de sujeción Se comprime en las superficies libres de la guía lineal precisa y rígida
4	Carcasa de acero niquelado químicamente
5	Membrana Para la aplicación de presión de hasta 150 bar
6	Tornillos de expansión Para la generación de la fuerza de enclavamiento
7	Rascador Incluido en el suministro

Ilustración 68. Fuente: Zimmer

Otra modificación a realizar es la instalación de un sistema de montacargas para poder llevar la carga de la cubierta 1 a la cubierta 2 y 3. El montacargas será la empresa Embarba, en concreto se trata de un modelo PRH-2 2, con una capacidad de carga de hasta 5000 a una velocidad de entre 0,1 y 0,2 m/s (54). Este montacargas tiene una caja de carga de dimensiones 3060 mm de ancho y 5050 mm de fondo (55). En la elección de este montacargas se ha tenido en cuenta la posibilidad de mover material de respeto de maquinaria de su lugar de almacenamiento al lugar que haga falta.



Ilustración 70. Fuente: Embarba

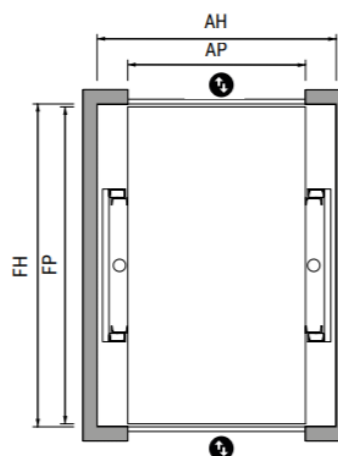


Ilustración 71. Fuente: Embarba

Estas modificaciones más grandes se realizan para hacer más fácil el trabajo a bordo del buque al igual que poder manipular toda la maquinaria que se ha instalado, ya que gran parte de ella es de grandes dimensiones.

2.3 Normativa

En este apartado se expone la normativa que se seguiría para realizar las siguientes modificaciones. En algunos casos, como se ha dicho en anteriores apartados, este tipo de normativa no contempla muchas de las modificaciones que se le realizan al



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

buque. Es por ello que algunas de ellas se les requerirían diferentes pruebas para poder verificar que se pueden llevar a cabo o no.

En la normativa de DNV-GL la modificación que tiene los pasos que se deben de seguir para poder realizar su instalación, es la compuerta lateral que se utiliza para sacar el sistema de recogida de residuos. También en la normativa se contempla en varios puntos y capítulos, los pasos que hay que seguir cuando se dispone de grandes cubiertas abiertas. En ella contempla la posibilidad de sustituir elementos estructurales del buque por otros, como en el caso de este proyecto los mamparos por columnas, cubiertas y demás refuerzos, mientras esta sustitución mantenga los parámetros de resistencia que se le han requerido al buque base desde un primer momento. Es por ello que a continuación se expone todos los capítulos que se deben de seguir para que el buque resulte un buque que cumpla con los requerimientos, que tanto la seguridad como las SSCC requieren.

Compuertas laterales

La sección de la normativa de la DNV-GL que se debe seguir para la instalación de las compuertas laterales, es la sección 5 de la parte 3 del capítulo 12 (56). En esta sección en su primer apartado se nombran los requerimientos generales que debe cumplir cualquier compuerta que se instale en el buque. Estas compuertas cuando cierran deben asegurar una completa estanqueidad del buque al igual que deben asegurar no afectar a la integridad de la estructura del buque.

En el punto *1.3 Structural arrangement* se explica todas las características constructivas y de diseño que deben cumplir estas compuertas, como que los extremos de las compuertas deben estar redondeados para adaptarse al casco del buque. También remarca que cualquier compuerta con un área superior a 12 m^2 debe recaer su completa fijación sobre la misma estructura del buque, solo se le permiten anclaje al buque por pernos si esta área no supera los 12 m^2 . En nuestro caso la compuerta supera los 12 m^2 de área por lo tanto no se utilizarán pernos de anclaje.

En el apartado *1.4 Design load at sea* especifica las condiciones que debe soportar esta compuerta. Para este proyecto la compuerta solo debe ser capaz de aguantar la presión del agua del mar.

Otros puntos que se deben de tener en cuenta en el diseño de la compuerta son el *1.6 Plating* el cual nos da las guías sobre cual debe de ser el espesor del material con el que se construya. En este caso se utilizar el mismo acero que se utiliza para el buque, para que no haya diferencias químicas entre los dos y produzca un avance rápido de la corrosión.

1.6 Plating

1.6.1 Minimum thickness

The gross thickness shall not be less than the greatest of:

- 1) The net required thickness of the adjacent side plating, using the door stiffener spacing, plus the applicable corrosion addition.
- 2) The minimum required thickness of the adjacent side plating plus the applicable corrosion addition.

1.6.2 Seagoing condition

Plate thickness requirement due to sea pressure shall be calculated according to Ch.6 Sec.4 [1.1], with $\sigma_{hg} = 0$.

Ilustración 72. Fuente: DNV-GL sección 5 de la parte 3 del capítulo 12

Los puntos 1.7 Stiffeners, 1.8 Girders y 1.9 Acceptance criteria for direct calculations nos indican los diferentes cálculos de resistencia que se deben de realizar para que la puerta cumpla con esta normativa.

1.7 Stiffeners

1.7.1 Seagoing condition

Yield criteria based on sea pressure shall be calculated according to Ch.6 Sec.5 [1.1], with $\sigma_{hg} = 0$.

1.7.2 Edge stiffeners

Edge stiffeners of doors shall have a net moment of inertia, in cm^4 , not less than:

$$I = 8 p_{\ell} d^4$$

for cover edges connected to a rigid ship structure member or adjacent door coaming.

where:

- d = distance between closing devices in m
 p_{ℓ} = packing line pressure along edges in N/mm, see [1.4.3].

For edge stiffeners supporting main door stiffeners between securing devices, the moment of inertia shall be increased corresponding to the extra force.

Ilustración 73. Fuente: DNV-GL sección 5 de la parte 3 del capítulo 12

1.8.4 Edge girders

The girder system shall be given sufficient stiffness to ensure integrity of the boundary support of the door. Edge girders should be adequately stiffened against rotation and shall have a net moment of inertia, in cm^4 , not less than:

$$I = 8 p_{\ell} d^4$$

Rules for classification: Ships — DNVGL-RU-SHIP Pt.3 Ch.12. Edition July 2018
 Openings and closing appliances

Page 61

DNV GL AS



where:

- d = distance between closing devices in m
 p_{ℓ} = packing line pressure in N/mm, see [1.4.3].

For edge girders supporting main door girders between securing devices, the moment of inertia shall be increased in relation to the additional force.

Ilustración 74. Fuente: DNV-GL sección 5 de la parte 3 del capítulo 12



1.9 Acceptance criteria for direct calculations

1.9.1 Sea going and damaged condition

For design pressure according to [1.4.2] or [1.4.4], the stresses, in N/mm^2 , shall not exceed the following permissible values for the primary supporting members:

$$\text{Bending stress (normal membrane stress)} = 0.9 R_{eH}$$

$$\text{Shear stress} = 0.9 \tau_{eH}$$

$$\text{von Mises stress (for FE only)} = R_{eH}$$

1.9.2 Securing devices

For securing devices and supporting structure the stresses, in N/mm^2 , shall not exceed the following permissible values:

$$\text{Bending stress (normal membrane stress)} = 0.85 R_{eH}$$

$$\text{Shear stress} = 0.85 \tau_{eH}$$

$$\text{von Mises stress (for FE only)} = 0.9 R_{eH}$$

1.9.3 Doors leading to enclosed RO/RO or special category space

For additional seagoing load cases according to [1.4.3], the stresses, in N/mm^2 , shall not exceed the following permissible values for the primary supporting members, securing and supporting devices:

$$\text{Bending stress (normal membrane stress)} = 0.5 R_{eH}$$

$$\text{Shear stress} = 0.6 \tau_{eH}$$

$$\text{von Mises stress (for FE only)} = 0.65 R_{eH}$$

Ilustración 75. Fuente: DNV-GL sección 5 de la parte 3 del capítulo 12

Los siguientes puntos especifican los diferentes elementos de seguridad que se deben instalar conjuntamente con la compuerta para garantizar su total seguridad. Es por esto que la normativa en sus puntos 1.10, 1.11 y 1.12 especifica el grado de fuerza con el que esta debe cerrar en el punto 1.11.4 y en el punto 1.11.5, las alarmas que se deben de instalar por si la compuerta no cierra, hay un fallo o surge cualquier problema y a su vez más recomendaciones a seguir que su único objetivo es garantizar la máxima seguridad del buque (56).

Adaptación de las bodegas

Las bodegas del buque base como se ha dicho se ven modificadas por las necesidades del proyecto, estas modificaciones incluyen la instalación de grandes espacios abiertos en forma de cubiertas para la instalación de la respectiva maquinaria al igual que el sistema de recogida.

Para poder realizar estas modificaciones, el principal objetivo de estas es no condicionar la resistencia estructural e integridad del buque. La normativa no reniega que no se puede realizar este tipo de modificaciones en cubiertas mientras se sigan los diferentes puntos que se marcan, se hagan los estudios de resistencia pertinentes y todo el proceso sea aceptado por la misma sociedad de clasificación, ya que esta lo consideraría como un proyecto especial.

La primera parte de la normativa que tenemos que tener en cuenta es el *punto 3 Ships with large decks openings* de la normativa de *DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch5* (57). En el punto 3.1 *Hull girder longitudinal stresses*, se contempla la instalación de espacios con grandes cubiertas y define que estos buques deben de tener en cuenta el movimiento de torsión de las olas al igual que la presión de las mismas. Este esfuerzo se tiene en cuenta en el punto 3.1.1 con la siguiente formula:

$$\sigma_{hg} = \sigma_{hg-sw} + \sigma_{hg-dyn}$$

where:

$$\sigma_{hg-sw} = \begin{cases} \sigma_{sw-h} + |\sigma_{st}| \\ \sigma_{sw-h} - |\sigma_{st}| \\ \sigma_{sw-s} + |\sigma_{st}| \\ \sigma_{sw-s} - |\sigma_{st}| \end{cases}$$

$$\sigma_{hg-dyn} = \sigma_{wv-LC} + C_{ht} \sigma_{wh-LC} + \sigma_{wt-LC}$$

$$C_{ht} = \text{reduction coefficient due to combination with warping stress}$$

$$= 0.85$$

Ilustración 76. Fuente: DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch5

Otro esfuerzo que se debe tener en cuenta es el que se nombra en el apartado 3.2 *Hull girder shear stresses*, el esfuerzo transversal debe ser considerado con las siguientes formulas al igual que el longitudinal.

$$\tau_{hg} = \tau_{hg-sw} + \tau_{hg-dyn}$$

where:

$$\tau_{hg-sw} = \begin{cases} \tau_{sw-pos} + |\tau_{st}| \\ \tau_{sw-pos} - |\tau_{st}| \\ \tau_{sw-neg} + |\tau_{st}| \\ \tau_{sw-neg} - |\tau_{st}| \end{cases}$$

$$\tau_{hg-dyn} = \tau_{wv-LC} + \tau_{wt-LC}$$

Ilustración 77. Fuente: DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch5

Al igual que estos principales esfuerzos, en el punto 4 del mismo capítulo de la normativa se especifican todas las fórmulas que se deben de seguir para verificar que estas grandes aberturas cumplan los requisitos que la misma normativa marca. Otro capítulo que se debe considerar a la hora de contemplar la instalación de estas cubiertas es la sección 4 *Strengthened for heavy cargo in bulk-HC* de la DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch1 (58). En esta sección se especifican los diferentes requerimientos que se hacen para los *bulk carriers* que van a transportar carga seca muy pesada. Esta sección divide en tres grupos el tipo de carga seca que van a llevar estos buques, así pues, por cada uno de estos tipos de carga al buque se le requerirán unas condiciones u otras. La normativa hace la siguiente división:

- **General dry bulk cargo ship:** un buque que lleva carga solida en un mínimo de 5 bodegas y con una eslora superior o igual a 150 metros.
- **Multi-purpose dry bulk cargo ship:** un buque que lleva carga solida variada, con un mínimo de 5 bodegas y con una eslora superior o igual a 150 metros.
- **Bulk Carrier without CSR (common structural rules):** un buque con una eslora mayor o igual a 150 metros y que se construye con un tipo de estructura distinta.



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

El buque base entra dentro del grupo **General dry bulk cargo ship** ya que se trata de un buque con 7 bodegas y una eslora de 300 metros.

En toda esta sección se especifican diferentes cálculos de calado, capacidad de carga, las fuerzas que actúan en las bodegas según el material que transportan y demás datos que se requieren cuando se construye el buque base, según las especificaciones que requiere el armador.

Esta sección no es determinante para las modificaciones del buque, pero sí que es importante para saber de dónde parte las especificaciones del buque base y sus capacidades, así poder realizar las modificaciones de la manera más a diente y sin perjudicar las características base que nos proporciona este.

La última parte de la normativa que se debe tener en cuenta para las modificaciones de las bodegas, es la que hace referencia al tipo de bigas y pilares que la normativa acepta. La parte de la normativa que tiene en cuenta estos requisitos es *la DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch8* en su sección 2 *Slenderness requirements* (59). En esta sección se contemplan todos los elementos estructurales que entran en el diseño del buque, sus proporciones, formas y los límites de esfuerzos de estos elementos.

Los elementos que la normativa determina la forma de calcularlos y sus límites, son las vigas estructurales, los mamparos, refuerzos laterales, vigas transversales y demás.

Por último para complementar la *DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch8* en su sección 2 *Slenderness requirements*, hay que sumar los requerimientos de la sección 6 *Primary supporting members and pillars* (60). Esta sección contempla los diferentes pilares que se pueden instalar a lo largo del buque y sus requerimientos. Esta sección complementa los requisitos de los elementos estructurales de la sección 2 del Pt3Ch8, haciendo el dimensionamiento de los elementos más secundarios.

Adaptación de la maquinaria

Como se ha nombrado en el subapartado 2.2 de este mismo capítulo, la maquinaria que se instala en el buque reposa sobre *silentblocks*, ya que esta produce una gran cantidad de vibraciones cuando está en funcionamiento. Estas vibraciones pueden llegar a desembocar en un problema para la estructura del buque y su integridad, es por ello que para garantizar su seguridad se aplicara a este caso la *DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8* (45). En este capítulo de la normativa se especifica todos los parámetros que se deben cumplir cuando se realiza la instalación de maquinaria que produce vibraciones.

En sus primeros puntos define los diferentes parámetros que intervienen a lo largo de todo el capítulo, a continuación, y como punto importante a tener en cuenta es el 2.2 *Structural vibration* donde hay que resaltar que se debe definir bien el material sobre el que se va a instalar la maquinaria.

Table 3 Steel

Velocity
4 – 200 Hz
45 mm/s

Table 4 Aluminium

Velocity
4 – 200 Hz
15 mm/s

Ilustración 78. Fuente: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8

Después de saber el material sobre el que se realiza la instalación la normativa clasifica las vibraciones según la maquinaria de la que provienen. Es por esto que a continuación se muestra las diferentes tablas, de la maquinaria que se encuentra en el buque de este proyecto;

Table 5 Shaft line bearings

Velocity
1 – 200 Hz
5 mm/s
To be measured horizontally or vertically with the shaft centre. Shaft line vibration is specified in Pt.4 Ch.4 Sec.1. Frequency spectra to be presented to identify low frequency components.

Table 6 Diesel engines < 200 rpm

	1 – 200 Hz	
	Displacement	Velocity
Vertical	1 mm	10 mm/s
Longitudinal	1 mm	10 mm/s

Rules for classification: Ships — DNVGL-RU-SHIP Pt.6 Ch.8. Edition July 2019
Living and working conditions

Page 32

DNV GL AS



Transverse	1.5 mm	25 mm/s
To be measured at the top of the A – frame at engine ends. Frequency spectra to be presented to identify low frequency components.		

Ilustración 79. Fuente: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8

Table 7 Diesel engines > 200 rpm

Velocity	
4 – 200 Hz	
Firmly mounted	Resiliently mounted
15 mm/s	25 mm/s
To be measured on the engine block top and bottom. 20% overshoot of the above criteria allowed for non-continuous running in the operating speed range.	

Table 8 Turbochargers

4 – 200 Hz		
Total combined power from cylinder group serving one turbocharger	Velocity	Acceleration
Below 5 MW	45 mm/s	2.5 g
5 – 10 MW	50 mm/s	2.0 g
Above 10 MW	55 mm/s	1.5 g
To be measured at the top of compressor casing. 20% overshoot of the above criteria allowed for non-continuous running in the operating speed range.		

Table 9 Diesel driven generators and electrical motors on thrusters

Velocity
4 – 200 Hz
18 mm/s
To be measured in any direction on the bearings. Applies to both fixed and resilient mounted. 1 st order vibration above 7 mm/s r.m.s. should be investigated.

Ilustración 80. Fuente: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8

Table 12 Gears

Velocity
4 – 1000 Hz
7 mm/s
To be measured in any direction on the foundation and on the input shaft bearing

Table 13 Electric motors, separators, motor driven hydraulic pumps, fans not installed on reciprocating engines

	Velocity
	4.0 – 200 Hz ¹⁾
Internal excited	7 mm/s ²⁾
External excited	12 mm/s ²⁾
To be measured in any direction on the bearings.	
1) The upper frequency limit shall be at least 200 Hz and above 2 x rpm.	
2) For vertically mounted motors the vibration level may be increased by 50% for the top of the motor.	

Table 14 Compressors (screw or centrifugal)

	Velocity
	4 – 200 Hz ¹⁾
Elastically mounted	10 mm/s
Fixed mounted	7 mm/s
To be measured in any direction on the bearings.	
1) The upper frequency limit shall be at least 200 Hz and above 2x rpm	

Table 15 Reciprocating compressors and reciprocating pumps

<i>Velocity</i>
4 – 200 Hz
30 mm/s
To be measured in any direction on the bearings. Applies for both resilient and fixed mounted.

Ilustración 81. Fuente: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8

Table 16 Boilers

Velocity
4 – 200 Hz
45 mm/s
To be measured on stiff parts, e.g. lugs, flanges etc.

Table 17 Pipes

Velocity
4 – 200 Hz
45 mm/s

Table 18 Electronic instruments and equipment

	Velocity
	4 – 200 Hz
Mounted on bulkheads	12 mm/s
Mounted on masts	20 mm/s
Mounted on machinery	25 mm/s

Ilustración 82. Fuente: DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8

3. Adaptación de los sistemas del buque

3.1 Sistema de combustible

El sistema de combustible no sufre ninguna modificación respecto al sistema del buque base. Ninguna de sus capacidades se ven alteradas ya que no se realiza la instalación de ningún motor o máquina que requiera de funcionamiento mediante gasolina.

3.2 Sistema de aguas

El sistema de agua salada no se verá modificado en ningún caso, ya que su única utilización es la de refrigerar el líquido refrigerante del motor. La única pequeña modificación que se le hará, pero no varía las capacidades del sistema, es la de instalar una malla cuadrículada pequeña para que cuando el buque entre en zonas de plástico no absorba una gran cantidad de ellos y llegue a afectar al conjunto del sistema.

El sistema de agua dulce sí que será necesario aumentar sus capacidades, ya que para el manejo de las plantas y el proceso ara falta más mano de obra. Es por ello que se instalaría a bordo una planta potabilizadora de agua para así poder suministrar más agua al espacio habitable del buque y por otra parte proporcionar agua dulce a la maquinaria que lo requiere y a las bodegas para poder realizar una limpieza de los sistemas de recogida. La instalación de este nuevo sistema se debe de hacer siguiendo la misma normativa que hasta ahora, la DNVGL-RU-SHIP.

La maquinaria que requiere de agua para su funcionamiento es la siguiente:

- Planta 1 (Planta de reciclaje Repro-Print)
- Planta 2 (Planta de reciclaje Repro-Flex)



- Planta 3 (Planta de reciclaje Repro-Directo)
- Limpieza del sistema de recogida

Las tres plantas de reciclaje utilizan agua dulce para el primer proceso de lavado de material antes de entrar a extruirse y posteriormente teniendo una piscina de agua dulce para la refrigeración del material antes de llevarlo a la empaquetadora. Es por estos que hacia las bodegas y en las posiciones donde se encuentran las tres plantas de reciclaje se encontraran tres tomas de agua dulce para que estas puedan funcionar.

Por lo que respeta al sistema de recogida, a este se le aplicara un limpiado mediante manguera a medida que se recoja, si las condiciones marítimas o algún fallo lo obliga. Porque es imposible, por espacio, albergar un sistema de limpieza especializado para cintas transportadora, también que estos sistemas son costos y requieren de más energía.

3.3 Eléctrico

El sistema eléctrico es otro sistema que se ve modificado, ya que como se ha ido explicando a lo largo de todo el proyecto se van a realizar una gran cantidad de instalaciones de maquinaria la cual requiere de este sistema para su funcionamiento. Por otra parte, también se le añade al sistema eléctrico un suministro extra de electricidad mediante la gran cantidad de placas solares de las compuertas, las velas con placas solares y por último el incinerador de residuos.

Como se ha explicado en el **1.1.2 Servicios del buque del capítulo 2**, el sistema eléctrico del buque base proporciona en su totalidad alrededor de 2000 kW de potencia, principalmente para hacer funcionar todos los sistemas para los que se ha dimensionado el buque. Aunque resulta ser una potencia más que notable, al instalar todos los sistemas que se requieren para cumplir el objetivo del proyecto, se requiere un aumento de las capacidades de estos generadores. Por esto se instalarán la misma distribución de generadora, dos de gran potencia, uno de menor y el generador de emergencia no se cambiará. El conjunto de generadores principales se dimensiona para proporcionar más de 3500 kW a esto habrá que sumarle la energía de hasta 350 kW que puede llegar a dar el incinerador más la energía que proporcionarán las placas solares y las velas con más de 1,1 megavatio de potencia. En total habrá suficiente potencia eléctrica para satisfacer todas las necesidades del buque proyecto al igual que almacenar la restante.

Cabe destacar que todas estas modificaciones e instalaciones van a requerir del diseño de un nuevo sistema eléctrico a lo largo de todas las bodegas, para poder proporcionar la electricidad a cualquier punto del buque. Por ello para hacerlo se deben de seguir las normativas sobre las que se ha construido el buque, las DNVGL-RU-SHIP.



3.4 Hidráulico

El sistema hidráulico del buque también no se ve alterado, ya que dispone de las suficientes capacidades, como se ha explicado en **1.1.2 Servicios del buque del capítulo 2**, para poder satisfacer las necesidades de mover las compuertas y los pistones del sistema de recogida.

4. Disposición de la planta del buque

La disposición del buque, como se ha nombrado en él **apartado 2.1 de este mismo capítulo** se representa por cubiertas, en los siguientes subapartados de este punto se ilustra con los planos y la descripción correspondiente donde se encuentran toda la maquinaria, los diferentes espacios de almacenamiento, pasillos, escaleras y todas las modificaciones que se le han realizado al buque y se han ido nombrado a lo largo de este proyecto. Esta disposición se ha hecho teniendo en cuenta los pesos de toda la maquinaria que se instala, su utilización y la distribución más idónea para facilitar las labores de trabajo.

La distribución que se ha hecho no se le ha podido aplicar un análisis de estabilidad con un programa especializado como *Maxsurf*, ya que no se disponen de factores importantes para realizarlo, principalmente datos relacionados con el buque base y el peso de alguna maquinaria. Aun y no disponer de estos datos, se puede llegar a afirmar que, con el peso de la maquinaria, los sistemas de recogida y las diferentes cantidades en peso que se pondrán en el buque de material de respeto, material procesado y todos los elementos nombrados en todo el proyecto, el buque junto con los tanques que dispone de lastre no llegaría a sufrir por la estabilidad.

Cabe destacar que la disposición de la sala de máquinas y de la superestructura no se ha alterado. Porque no se dispone de una disposición de un buque base o buque real sobre el que se pueda realizar el proyecto. La superestructura puede verse en algún punto modificada, no estructuralmente, sino por añadir más camas y más capacidad de habitabilidad para albergar a más personal de trabajo, que hagan funcionar los diferentes procesos.

4.1 Disposición cubierta 1

La cubierta 1, es la cubierta que se encuentra más abajo. En esta cubierta encontramos la mayor distancia de espacio abierto en la dirección de la eslora del buque y también un buen espacio en altura. Es la cubierta que contiene gran parte de la maquinaria instalada como, por ejemplo; las tres plantas recicladoras, las dos seleccionadoras Redwave, el incinerador, parte del montacargas, parte de la trituradora y todas las cintas que unen el sistema.

En esta cubierta también encontramos 4 compartimentos de carga. Dos de ellos, lo más pegados al mamparo de sala de máquinas, serán utilizados para albergar todas las baterías que se instalan en el buque. Contiguamente a estos compartimentos se encuentran dos más que se utilizarán para piezas de respeto

de gran tamaño, ya que al estar en el fondo del buque el peso de las piezas no influirá tanto.

A continuación, se muestran las imágenes que donde se distinguen los diferentes elementos.

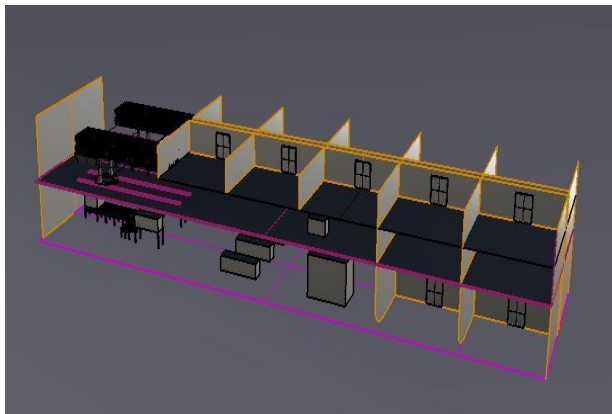


Ilustración 84. Fuente: Elaboración propia

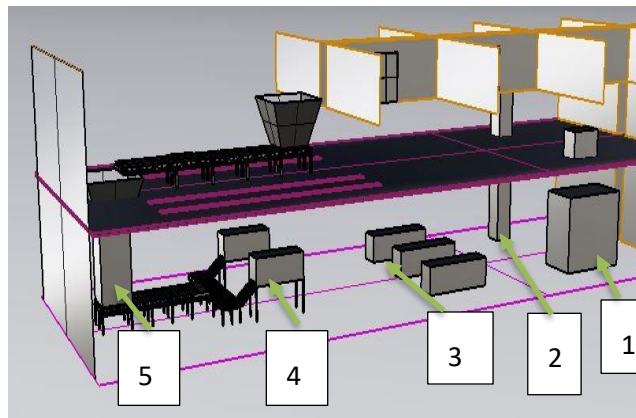


Ilustración 83. Fuente: Elaboración propia

- 1: Incinerador Addfield
- 2: Montacargas
- 3: Plantas 1, 2 y 3 de reciclaje
- 4: Espectrómetros Redwave
- 5: Trituradora

En el **anexo 6** se puede encontrar una vista de la planta y el perfil de esta cubierta 1.

4.2 Disposición cubierta 2

La cubierta 2, resulta ser la más importante del conjunto, ya que es la que alberga el sistema de recogida. En esta cubierta encontramos a proa toda la instalación y modificaciones que se han hecho para poder albergar las cintas. A continuación, nos encontramos con un espacio abierto en el que solo se encuentra la empaquetadora de material y una de las paradas del montacargas.

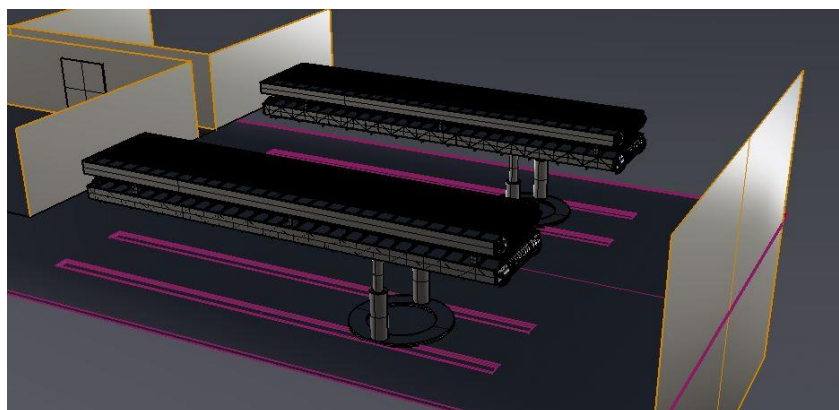


Ilustración 85. Fuente: Elaboración propia

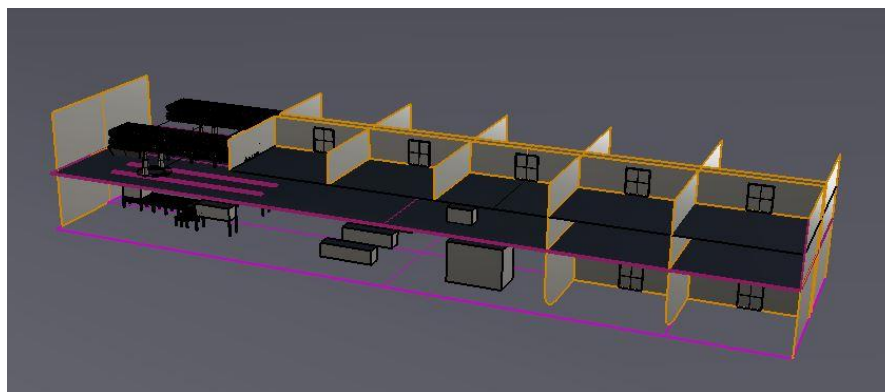


Ilustración 86. Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el extremo izquierdo de la imagen, se sitúan los dos sistemas de recogida de residuos y en la imagen que hay a continuación visto desde otro punto de vista se puede apreciar que entre medio de los dos sistemas de recogida se encuentra una cinta de selección manual, por si se sube algún ser vivo a bordo y por otra parte podemos apreciar el espacio que queda disponible para realizar las reparaciones pertinentes del sistema. Solo al final de la cubierta antes de los compartimentos de almacenamiento de material procesado nos encontramos a estribor el montacargas y a babor la empaquetadora.

En el **anexo 7** se muestran la planta y el perfil de esta cubierta 2.

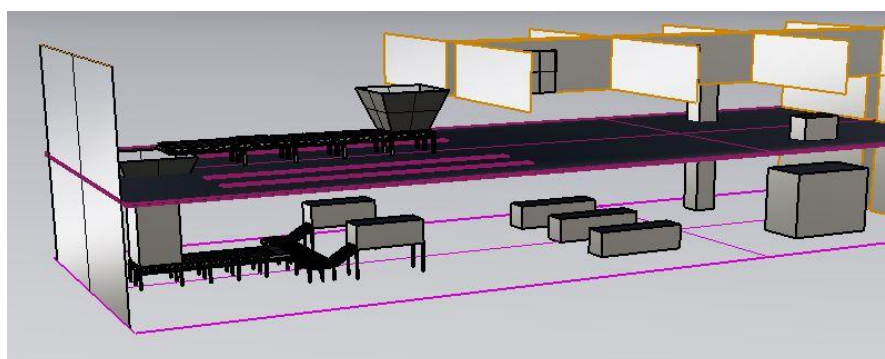


Ilustración 87. Fuente: Elaboración propia

4.3 Disposición cubierta 3

La última cubierta de las que no disponía el buque base, es la cubierta 3. Se trata de una cubierta que no llega a albergar la totalidad de las bodegas, ya que donde coincide con los sistemas de limpieza se termina. En esta cubierta encontramos cinco compartimentos de gran capacidad, en cada lado del buque, que serán destinados al almacenamiento de material procesado y también de piezas de respeto. En el **anexo 8** se muestra la planta y el perfil de la cubierta 3.



Ilustración 88. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 89. Fuente: Elaboración propia

4.4 Buque final

En este apartado se muestra el resultado del prototipo de buque final.

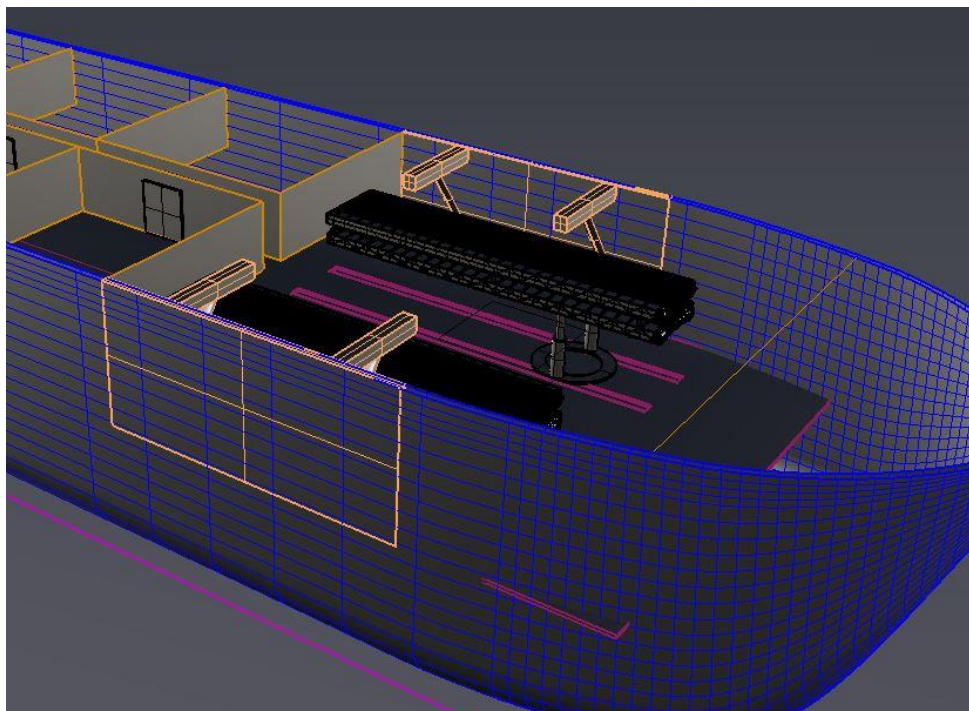


Ilustración 91. Fuente: Elaboración propia

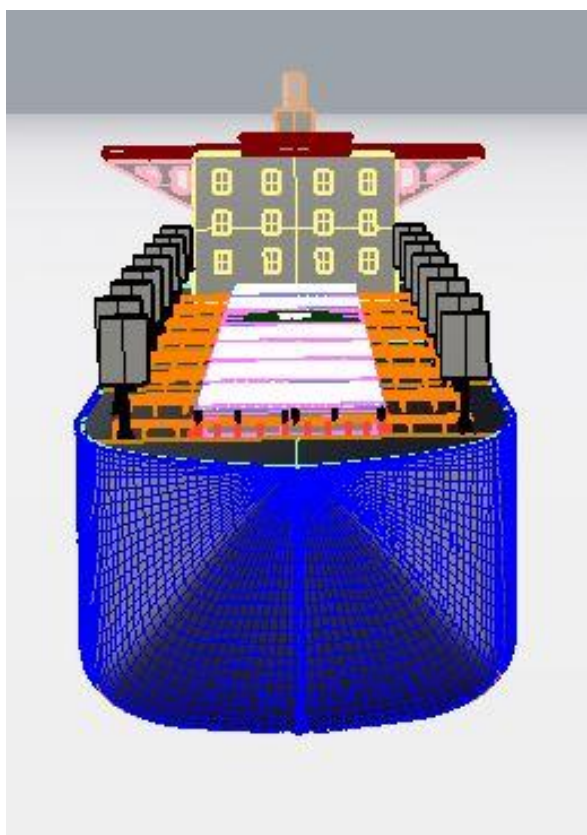


Ilustración 90. Fuente: Elaboración propia

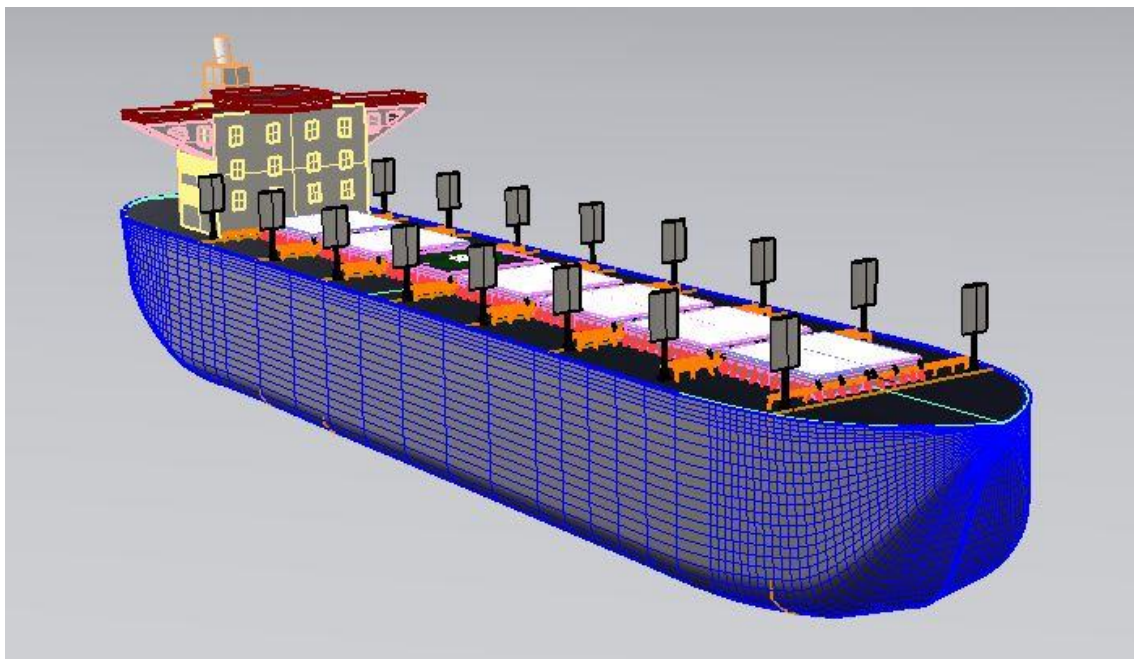


Ilustración 92. Fuente: Elaboración propia

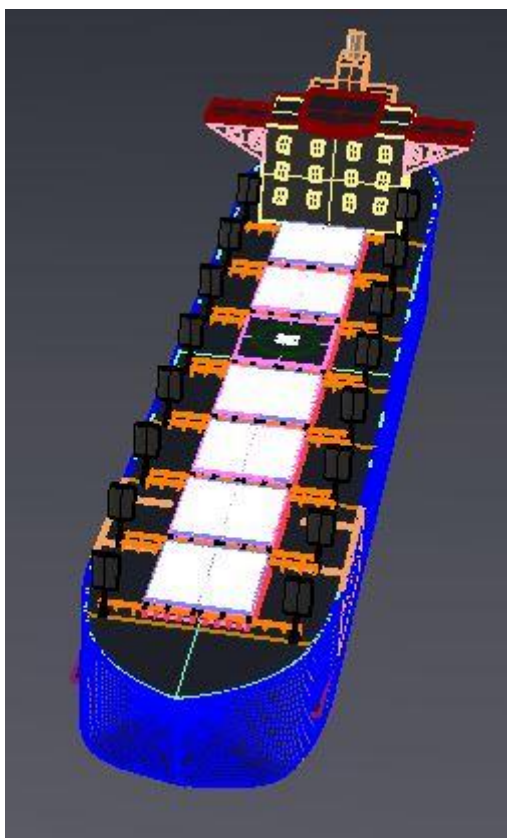


Ilustración 93. Fuente: Elaboración propia

Capítulo 6: Costes y beneficios

En el siguiente capítulo se muestran los costes y beneficios del proyecto. Estos son aproximaciones, ya que el coste exacto de todo el proyecto depende de infinidad de variables. También se muestran los beneficios económicos que puede aportar el proyecto al conjunto, se debe destacar que no se tiene en este capítulo el beneficio medioambiental.

1. Costes

1.1 Coste del buque

Un buque es una máquina que cuesta mucho dinero pero que también llega a generar dinero. En este proyecto se intenta ver desde un punto de vista monetario cuánto cuesta la compra de un buque y que gastos puede tener este.

Hoy en día la mayoría de buques se venden a través de páginas web especializadas en el tema, en ellas encontramos toda clase de buque, grandes, pequeños, más viejos o más nuevos. En estas páginas se puede seleccionar el tipo de buque que se está buscando al igual que las características que necesitamos de él. Para el proyecto se necesita un *bulk carrier* de la categoría *very large bulk carrier* o *capsize class*, donde se diferencian de los demás por tener más de 200000 DWT y más de 300 metros de eslora.

El precio sobre estos buques varía según una gran cantidad de factores, como; la edad del buque, el uso que se le ha dado, el lugar de construcción, la normativa sobre la que se ha construido, el estado del buque e infinidad de factores que pueden hacer variar el precio del buque unos millones. En las páginas web que se ha consultado, en algunas el precio no aparecía y en otras sí, pero el buque estaba en algún factor del buque base. Es por ello que se ha hecho una tabla con los diferentes buques encontrados y su precio a fin de poder extrapolar de estos precios una media. También se ha hecho una pequeña búsqueda del precio que se estipula en algunos portales especializados del sector de cuál debería ser el precio de estos buques en el mercado de segunda mano.

A continuación, se expone una tabla con diferentes ejemplos:

Buque	DWT	Precio (\$)	Web
MV BULK JOYANCE	175636	27.300.000	(61)
MV OCEAN EMPEROR	182143	26.300.000	(62)
MV GRACEFUL MADONNA	180242	28.500.000	(63)
MV STELLA CHERISE	177832	27.300.000	(64)
MV STELLA ALICE	180157	27.300.000	(65)
MV MARITIME POWER	176346	18.300.000	(66)
MV PACIFIC GLORY	233694	/	(67)
GLOBAL WORK BOATS	210000	/	(68)

CAPSIZE BULK	181383	/	(69)
--------------	--------	---	------

Tabla 15. Fuente: Elaboración propia

Los buques que se muestran en la tabla anterior, tienen una capacidad inferior a 200000 DWT, aunque así sea se puede llegar a asimilar el coste de un buque de unas 200000 DWT. Según algunos sitios web de análisis del mercado de los buques de segunda mano, el precio para los buques de 200000 DWT suele oscilar entre los 30 y 40 millones de euros para buques del año 2000 hasta el 2011 y rondando los 50 millones para buques a partir del 2011 (70).

Hay que destacar que todos los buques que se muestran en la tabla son buques del año 2000 en adelante, ya que buques con más de 20 años ya se consideran para retirarse.

1.2 Costes de maquinaria e instalaciones

En este apartado se diferencia dos secciones: la primera es el coste de realizar las modificaciones que se han nombrado a lo largo del proyecto al buque y la segunda es la maquinaria que se requiere para poder llevar a cabo todo el proceso.

Las modificaciones que se le realizan al buque requieren que este sea puesto en manos de un astillero con espacio para albergarlo y con las capacidades de hacerlo. También se debe destacar que estas modificaciones tienen muchos factores que intervienen en el coste final. A continuación, se tratará de exponer la mayoría de ellas, pero hay que destacar que algunas de ellas quedan fuera del alcance.

El astillero de que se ha tomado como base para realizar las distintas tareas es el astillero de San Fernando, Cádiz, controlado por la empresa especializada en el sector Navantia. Esta empresa dispone de doce diques de con unas dimensiones lo suficientemente grandes para poder albergar el buque. A su vez disponen de una gran cantidad de espacio para hacer los trabajos y con grandes grúas de carga (71).

DRYDOCKS Length x Beam ; Capacity DWT
- 386 x 66 m; 400.000 DWT
- 237 x 34 m; 60.000 DWT
- 246 x 41 m; 120.000 DWT (Floating)
- 147 x 23 m; 12.000 DWT
- 130 x 14 m; 5.500 DWT
- 73 x 14 m; 1.800 DWT
- 58 x 9 m; 750 DWT
CRANES up to 100 Tons.
QUAYS 3.000 m from 7 m to 9 m depth.

Ilustración 94. Fuente: Navantia



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

El coste laboral de los operarios de Navantia se puede determinar aproximadamente por los salarios que publica el BOE, tal y como se muestra en la imagen, estos se diferencian según las categorías que la misma empresa ha creado. No se puede dar un valor final exacto del coste total de realizar las modificaciones ya que no solo cuenta el coste de los operarios, sino que también la maquinaria, los espacios y el tiempo que tardan a hacerse (72).

ANEXO I
Tablas salariales

Tablas Salariales año 2018 para los Centros de Trabajo de Navantia de Ferrol, Cartagena y San Fernando Incluye 1% (2016) 1% (2017) y 1,75% (2018)									
NIVEL	CATEGORÍA	SUELDO	INCENTIVO	MÓDULO ANTIGÜEDAD	P. EXTRAS SUELDO	P. PRODUC. SUELDO	Indemnización supresión trabajos extraordinarios		VALOR HORA TXT
							HORAS EXTRAS	DOMINGO FESTIVO	
	ENTRADA	1.117,79	300,80	642,22	1.020,62	1.446,00	7,04	8,04	6,41
V	OFICIAL	1.166,88	354,68	642,22	1.067,08	1.446,00	7,53	8,60	6,60
IV	OPERARIO 1ª, EMPLEADO DE 1ª Y CAPATAZ	1.266,37	402,32	642,22	1.133,72	1.446,00	8,40	9,46	6,85
IIIS	TÉCNICO ESPECIALIZADO ENCARGADO, JEFE DE 2ª Y SIM.	1.365,83	449,96	642,22	1.200,38	1.446,00	9,33	10,29	7,36
III	TÉCNICO DE TALLER Y OBRA MAESTRO, JEFE DE 1ª Y SIM.	1.455,09	510,57	642,22	1.250,35	1.446,00	10,15	11,59	7,82
IIS	GESTOR DE 2ª	1.581,22	578,60	642,22	1.319,34	1.446,00	11,07	12,70	8,44
II	GESTOR DE 1ª	1.716,88	621,88	642,22	1.384,84	1.446,00	11,82	13,60	9,08
IS	GESTOR JEFE	1.857,25	662,42	642,22	1.438,42	1.446,00	12,35	14,28	9,75
I	NIVEL SUPERIOR	1.997,72	701,08	642,22	1.502,64	1.446,00	12,85	14,94	10,42

Ilustración 95. Fuente: BOE

El coste del material es algo difícil de calcular, ya que no se sabe con exactitud la cantidad que se requiere para la creación de la cubierta y de los diferentes espacios. La normativa sobre la que se basa el buque, marca que las construcciones en los buques se realicen con acero y las diferentes variantes de este (71). El precio actual del acero oscila entre los 500 y 2000 dólares la tonelada de material según su calidad y composición. Estos precios se hablan de aceros AH32, AH36, ASTM 1020, etc. que son los más utilizados en la construcción naval.

La maquinaria que se instala a bordo proviene de distintos fabricantes, de alguna de ellas se ha podido obtener su coste y de otras un coste aproximado.

Máquina	Precio (\$)	Web
Planta 1: Polystar HNT-180VS	10000-30000	(73)
Planta 2: Polystar Repro-Flex 180	10000-30000	(73)
Planta 3: Polystar Repro-Direct180	10000-30000	(73)
Trituradora TR150 Coparm	/	(22)
Separador de Metales Redwave XRF-M	25000-30000	(74)
Separador de plásticos Redwave NIR/C	25000-30000	(74)
Incinerador WP40 Waste to power unit	/	(26)
Embaladora Ecospir FA	3990 (Euros)	(75)
Cinta transportadora TG1400 Coparm	1500-10000 (*)	(76)



Montacargas PRH-2 2 Embarga	27000-35000	(77,78)
-----------------------------	-------------	---------

Tabla 16. Fuente: Elaboración propia

1.3 Coste del artilugio

Los costes de crear el sistema de recogida dependen de muchos elementos. En este proyecto se propone un prototipo de recogida el cual se le añaden los cálculos que se deberían de realizar y los elementos que intervienen. Por el contrario, también como se ha dicho se trata de un sistema que ningún fabricante que se haya encontrado, ofrece en su catálogo y por lo tanto no se puede hacer una estimación de los costes de este.

2. Beneficios

A continuación, se exponen los diferentes beneficios económicos que puede producir el buque, cabe destacar que no se contempla en este apartado el beneficio medioambiental. Como se ha dicho el buque es destinado al reciclaje de los residuos marinos principalmente plásticos. Estos plásticos reciclados una vez se han procesado tienen una gran variedad de aplicaciones en el mercado y se trata de uno que está en alza. Los precios de los plásticos reciclados varían en función del mercado, por lo tanto, se debe destacar que los precios expuestos a continuación no son fijos. También influye en el precio final del producto procesado la calidad en la que sale, esta se define por si se le añade alguna materia prima para aumentar su clase, que en el caso de este proyecto no lo es.

Los precios expuestos son según el tipo de material plástico del que se trate. También se exponen los precios de otros materiales que se pueden recoger de los residuos marinos y que se almacenaran en el buque para su posterior tratamiento, como son diferentes tipos de metales.

A continuación, se muestran dos imágenes de los precios que se suelen pagar por cada tipo de plástico. La primera imagen corresponde a la tabla de precios de una empresa mejicana, Recimex, la cual se dedica al sector del reciclaje. En la imagen se muestran los precios en pesos mejicanos por quilo de agosto del año 2018 (79).

Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

Lista de Precios de Referencia (13/08/2018)			
Fuente: www.residum.com			
Material	Grado	Mínimo (\$/kg)	Máximo (\$/kg)
PET			
PET	A granel, mixto	4.50	6.00
PET	Paca, mixto	8.00	9.00
PET	Hojuelas sin lavar, natural	7.50	10.00
PET	Hojuelas sin lavar, verde	7.00	9.00
PET	Hojuelas limpias, natural	12.00	18.00
PET	Hojuelas limpias, verde	8.50	10.50
PET	Pelels, natural	14.00	20.00
PET	Pelels, color	9.00	15.00
PE-HD			
PE-HD	A granel, natural (soplado lechero)	6.00	8.50
PE-HD	Paca, natural (soplado lechero)	8.50	11.00
PE-HD	Hojuelas sin lavar, natural (soplado lechero)	9.50	12.00
PE-HD	Hojuelas limpias, natural (soplado lechero)	13.00	16.00
PE-HD	Pelels, natural (soplado lechero)	15.00	18.00
PE-HD	A granel, multicolor (soplado limpieza)	5.00	7.00
PE-HD	Paca, multicolor (soplado limpieza)	7.00	10.00
PE-HD	Hojuelas sin lavar, multicolor (soplado limpieza)	8.00	10.00
PE-HD	Hojuelas limpias, multicolor (soplado limpieza)	8.50	11.50
PE-HD	Pelels, multicolor para negro (soplado limpieza)	10.00	13.00
PP			
PP	A granel, natural (soplado suero)	6.50	8.50
PP	Paca, natural (soplado suero)	7.50	9.00
PP	Hojuelas sin lavar, natural (soplado suero)	8.00	10.00
PP	Hojuelas limpias, natural (soplado suero)	12.00	15.00
PP	Pelels, natural (soplado suero)	13.50	18.50
Notas:			
1) Los precios son en pesos mexicanos (MXN) por kilogramo.			
2) Los precios son libre a bordo (LAB, FOB) el centro o planta de reciclaje.			
3) Los precios son para referencia, de ningún modo son una lista oficial de precios.			
4) Los precios dependen de la calidad, cantidad y ubicación del material.			
5) Ni Recimex ni Residum se hacen responsables por los posibles usos de estos precios.			





Ilustración 96. Fuente: Recimex

En la segunda imagen, la que se muestra a continuación, se muestran los precios del año 2016 publicados por la asociación nacional de reciclaje de España (80).

PRECIOS DE LOS MATERIALES RECICLADOS					
PRECIOS MAYO 2016 (EUROS KG)	PRECIO MÍNIMO	PRECIO MÁXIMO	PRECIO MEDIO MAY'16	PRECIO MEDIO ABR'16	VARIACIÓN S/ ABR'16
PEBD NATURAL	0,750	1,000	0,892	0,910	-2,01%
PEBD COLOR	0,650	0,850	0,770	0,770	0,00%
PEBD NEGRO	0,660	0,900	0,800	0,778	2,78%
PEAD NATURAL	0,740	1,050	0,898	0,938	-4,26%
PEAD COLOR	0,680	0,950	0,805	0,838	-3,98%
PEAD NEGRO	0,600	0,950	0,785	0,830	-5,42%
PS BLANCO	0,900	1,050	0,958	0,958	0,00%
PS NEGRO	0,780	0,950	0,848	0,828	2,41%
PP NATURAL	0,700	1,000	0,817	0,892	-8,41%
PP NEGRO	0,550	0,850	0,717	0,713	0,47%
ABS NEGRO	0,840	0,900	0,857	0,857	0,00%
PET	0,700	0,740	0,720	0,700	2,86%

PRECIOS VIRGEN					
PRECIOS JUNIO 2016 (EUROS KG)	PRECIO MÍNIMO	PRECIO MÁXIMO	PRECIO MEDIO JUNIO 2016	PRECIO MEDIO MAYO 2016	VARIACIÓN S/ MAYO
PE PRIMERA	1,360	1,400	1,380	1,405	-1,78%
PE LINEAL OCTENO	1,470	1,520	1,495	1,510	-0,99%
PE LINEAL BUCTENO	1,330	1,370	1,350	1,380	-2,17%
PEAD SOPLADO	1,360	1,400	1,380	1,480	-6,76%
PEAD INYECCIÓN	1,360	1,400	1,380	1,480	-6,76%
PP HOMO	1,050	1,100	1,075	1,115	-3,59%
PP COPOLÍMERO	1,120	1,170	1,145	1,185	-3,38%
PS ALTO IMPACTO	1,530	1,580	1,555	1,525	1,97%
PS CRISTAL	1,430	1,480	1,455	1,425	2,11%

El retroceso en el consumo en general hace que los precios caigan del orden entre 30€ y 60€ según materiales y las perspectivas no parece que vayan a variar mucho esta tendencia dada la situación actual.

Ilustración 97. Fuente: Asociación nacional de reciclaje de España



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

A continuación, se exponen los precios de los diferentes tipos de metales que se pueden encontrar en el mar. El precio se expone en euros por quilo de material, de una empresa dedicada a la chatarra en España (81).

Material	Precios de la Chatarra de Metal
Cobre	€2.50 a €5.50 por kilo
Cobre mezclado	€2.00 a €5.00 por kilo
Cable de cobre	€2.50 a €5.50 por kilo
Acero inoxidable	€1.50 a €2.50 por kilo
Acero mezclado	€1.00 a €2.00 por kilo
Aluminio	€0.50 a €1.50 por kilo
Latas de aluminio	€0.05 a €0.25 por lata
Hierro	€0.08 a €0.16 por kilo
Hierro fundido	€0.08 a €0.16 por kilo
Latón	€1.00 a €2.00 por kilo
Latón mezclado	€2.00 a €3.00 por kilo
Plomo	€0.50 a €1.50 por kilo
Baterías	€1.00 a €5.00 per battery

Ilustración 98. Fuente: Scrapmetal



Capítulo 7: Conclusiones

El capítulo 7 es el último de este proyecto. En él se dan las conclusiones a las que se ha llegado, mostrando diferentes puntos de vista, desde los que se debe considerar este tipo de proyectos. En el capítulo encontraremos diferentes apartados, en los que se especificara con la mayor claridad posible a las conclusiones que se obtienen.

1. Viabilidad

La viabilidad del proyecto en las fases preliminares o menos avanzadas que se encuentra, para lo que podría llegar a ser un proyecto de estas características, se ha llegado a la conclusión que puede resultar viable la realización de una construcción de estas características.

Esta afirmación no viene sin fundamento, sino que a lo largo del proyecto se han ido exponiendo los diferentes capítulos de las normativas, sobre los que se ha basado el buque, que respaldan que se le pueden aplicar las distintas modificaciones al buque mientras se realicen los estudios a dientes. Estas normativas que respaldan son las de la sociedad de clasificación DNV-GL en sus apartados:

- DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch5
- DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch1
- DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch8
- DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch12

En ellas como se ha visto en anteriormente, se especifican todos los cálculos que se deben hacer para que el buque cumpla con las mismas. Estos cálculos y los diferentes test y análisis estructurales que se le deben de aplicar al proyecto antes de llevarlo a cabo, deben de demostrar y garantizar que el buque puede soportar, el peso extra, el cambio de los refuerzos estructurales, las compensaciones de pesos hechas de una manera idónea y demás factores que lleguen a garantizar que el buque no sufra ningún daño cuando se enfrente a las condiciones de los océanos.

El otro punto de viabilidad corresponde a la instalación de los distintos tipos de maquinaria. Estas instalaciones no suponen un gran inconveniente para un buque de estas características, ya que pueden soportar grandes cantidades de peso y al mismo tiempo suministrar la energía que requieren estas instalaciones. También realizar este tipo de instalaciones no resulta algo imposible, ya que se conocen de casos de buques que se han realizado instalaciones en su interior para suministrar electricidad en lugares remotos. Por lo que instalar esta maquinaria sería la tarea más sencilla del proyecto, simplemente se debería aplicar las modificaciones que se han nombrado para que esta no afectase a la estructura del buque y a su vez que la sociedad de clasificación correspondiente realizara una inspección para garantizar que estas instalaciones cumplen con su normativa de espacio de trabajo DNVGL-RU-SHIP.

Por último y como principal del proyecto, es la construcción del sistema de recogida. Como se ha nombrado en los capítulos interiores se trata de un sistema de grandes



dimensiones de cintas transportadoras, con dos secciones, una con una banda de estilo sólido y otra de estilo malla. La viabilidad de estas no se puede demostrar ya que no se tiene referencia de ningún fabricante que realice unas construcciones de este estilo y con unas dimensiones similares. Tampoco se puede llegar a saber con exactitud los valores de los parámetros característicos que se le deben de dar a un sistema como este. Por lo tanto, se concluye que la viabilidad del sistema queda en suspensión hasta que se realicen los estudios estructurales y de diseño que demuestren si este sistema se podría llevar al mundo real, fuera de los cálculos y los programas CAD.

2. Efectividad

En este apartado nos referimos a efectividad, a la capacidad que tendrá el conjunto del buque más todas las instalaciones a procesar el material que se recoja. Se debe destacar que los valores que se muestran a continuación son aproximaciones de lo que se ha podido calcular y de los datos que se obtiene de la maquinaria. También se tiene en cuenta los espacios destinados al almacenamiento y los tiempos que se pueden dedicar a reparaciones y mantenimiento de todo el conjunto. Por ello a continuación se detallan los valores que se pueden alcanzar en el buque:

El conjunto de las tres plantas de procesado puede procesar una media de 3200 quilogramos de material por hora, lo que hacen un total de 76800 quilos de material al día. Estas como se ha explicado en el capítulo que les corresponde solo pueden procesar un material por operación, para procesar otro material deben ser detenidas y limpiadas. Por ello el valor de material diario procesado se reduce a unas 20 horas que dan una cantidad de 64000 quilos por día. Lo que si se llega a trabajar unos 10 meses al año resulta en 19200 toneladas de material procesado. Estos números son muy positivos y puede resultar una gran variedad de factores que no se cumplan. Pero lo que se quiere hacer ver es la capacidad que estas tienen.

Las demás máquinas tienen un ritmo casi similar de procesamiento, por este motivo el único sistema que es determinante para que el conjunto funcione es el sistema de recogida. Con los datos que se han dado del diseño y con las fórmulas proporcionadas, se estima que las cintas trasportadoras tienen una capacidad transporte material de aproximadamente 150 toneladas por hora, lo cual resulta más que suficiente para saciar las necesidades de la maquinaria. El material antes de ser procesado se deposita en diferentes contenedores, donde se ha separado previamente según su composición.

Como conclusión referente a la efectividad del sistema se podría decir que;

- si el diseño de la cinta transportadora resulta ser viable su construcción, sería un sistema más que efectivo ya que con una capacidad de 150 toneladas por hora tendría la suficiente capacidad para trabajar sin sobrecargarse y con una gran eficacia.
- también se puede sacar la conclusión que para una cinta transportadora de las dimensiones que se propone, se debería de instalar un sistema de procesamiento de un tamaño más que considerable y podría resultar no viable para ponerlo en un buque.



Por último, cabe recalcar que se trata de un prototipado de diseño, de un sistema para un problema que tampoco se conocen con exactitud sus verdaderas dimensiones. Aunque se estimen valores alrededor de 200 mil toneladas de plástico en los mares y océanos no se puede saber con exactitud.

3. Rentabilidad

En el capítulo de costes y beneficios se puede ver que resulta ser un proyecto costoso. La compra del buque es la parte que más recurso económico requiere y los precios de estos no suelen variar mucho con las características requeridas. La maquinaria no resulta lo más caro del proyecto y aun y tener, alguna de ella, precios algo elevados, se pueden encontrar maquinaria algo similar de segundo mando y por menos dinero. Otra parte importante del coste del proyecto se trata del sistema de recogida y las modificaciones correspondientes al buque. Los costes de dichas operaciones dependen de una gran cantidad de variables que pueden hacer que el coste final de realizarlas se vea gravemente aumentado.

Concluyendo este apartado, ya que no se puede disponer de todas las variables que se requieren para hacer un presupuesto total, se puede decir que resultaría un proyecto con una gran inversión inicial. A la larga se debería destinar una partida para problemas como reparaciones, accidentes y otros factores que también se deben de tener en cuenta. También el coste de funcionamiento, tanto en combustible, sueldos de los trabajadores, seguros y demás valores que entran en el funcionamiento del buque. Por contrapartida estarían los beneficios que se produjeran de la venta de material procesado o de la chatarra que se recogiera, aunque estos ayudarían a bajar los costes no serían suficientes para cubrirlos durante una vida entera del buque. Así pues, se puede concluir que resultaría un proyecto con un alto coste, entre unos 30-50 millones de dólares

4. Impacto

El impacto medioambiental del proyecto resultaría difícil de estimar ya que no se conoce con exactitud la gravedad del problema. Se puede afirmar que el resultado del proyecto da buenos valores de efectividad, aunque a un precio elevado. Estos valores de efectividad pueden prevalecer sobre el coste del sistema y así conseguir al final unos resultados, que benefician en su totalidad al ecosistema marino.

Con los valores que da el sistema, si se refinaran a valores más exactos y se conociera con exactitud el tamaño de las islas de plástico se podría decir un periodo de tiempo exacto. Con los valores que se conocen actualmente, dichos en el capítulo 1, se puede estimar que con la capacidad que tiene el buque proyecto de procesar podría tardar a limpiar al completo la isla de residuos del pacífico en un poco más de tres años.



5. Destinatario del buque

El destinatario al que se dirija este tipo de buque puede ser muy variado. Principalmente las personas que se encargan de realizar las labores de limpieza de los mares, pertenecen a asociaciones ecologistas que realizan un trabajo manual y de campo. Con equipos escasos y de manera voluntaria.

Un proyecto con estos costes tanto iniciales como continuos no se dirige a pequeñas asociaciones ecologistas, sino a las grandes como Greenpeace. Esta asociación se a puesto como referente en la lucha contra la contaminación y también resulta ser una con un buen poder adquisitivo, pero no lo suficiente como para realizar el proyecto en solitario.

Este proyecto debe ser controlado, queda claro por una empresa ecologista, pero a su vez se debe financiar con donaciones privadas o de los gobiernos de los países. Para así poder satisfacer cualquier tipo de coste que surja.

6. Conclusión final

Como conclusión final y valoración del proyecto, se puede decir que se trata de una idea ambiciosa. Una idea que se ha tratado de enfocar desde un punto de vista naval, para poder resaltar el conocimiento que tiene este mundo sobre el mar, para intentar demostrar que se dispone actualmente de las herramientas para poder realizar un proyecto de este calibre y solucionar una emergencia medioambiental.

También se debe concluir que se trata de un proyecto en sus primeras fases de desarrollo y con mucho recorrido para concluirlo. Un proyecto que tiene un alto coste económico y que solo se puede conseguir con financiación privada o gubernamental. Pero también de un proyecto que tiene indicios de buenos valores de procesamiento y que con la compenetración de los proyectos existentes hasta la fecha se pueden conseguir unos buenos resultados.



Bibliografía

1. Ruiz-orej LF. Luis Francisco Ruiz-Orejón Sánchez-Pastor. Facultad de Náutica de Barcelona. Universidad Politecnica de Cataluña; 2018.
2. Van Seville E, Wilcox C, Lebreton L, Maximenko N, Hardesty BD, Van Franeker JA, et al. A global inventory of small floating plastic debris. Environ Res Lett [Internet]. 2015;10(12):124006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/124006>
3. G.B Derraik J. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Mar Pollut Bull [Internet]. 2002;44(9):842–52. Disponible en: <https://www.sciencedirect-com.lcproxy.shu.ac.uk/science/article/pii/S0025326X02002205>
4. UNEP. Recommended citation : Acknowledgements : 2016;1–274. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11822/7720>
5. General D, La DESDE, Del CY, Gamundi JLG, Pardo MM, División DV, et al. Basuras Marinas En Playas. 2016;1–323. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/informe2015_basurasmarias_r_tcm30-419877.pdf
6. Greenpeace España. Plásticos en los océanos. Greenpeace [Internet]. 2015;1–5. A Disponible en: https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_en_los_océanos_LR.pdf
7. Elisa Rojo-Nieto, Montoto T. Basuras marinas , plásticos y microplásticos [Internet]. España. 2017. 1–16 p. Disponible en: <https://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/basuras-marias-plasticos-microplasticos.aspx>
8. Preliminar D, Grupo D, Trabajo D. GT-16 Basuras marinas Coordina: Asociación de Ciencias Ambientales (ACA) DOCUMENTO FINAL DEL GRUPO DE TRABAJO. 2016;1–157. Disponible en: http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/GTs2016/16_final.pdf
9. The Ocean Cleanup Technology | The Ocean Cleanup [Internet]. [citado en 2019 Jul 3]. Disponible en: <https://theoceancleanup.com/technology/>
10. The Seabin V5 – The Seabin Project - For Cleaner Oceans [Internet]. [citado en 2019 Jul 3]. Disponible en: <https://seabinproject.com/the-seabin-v5/>
11. Seabin Project - Cleaner Oceans for a Brighter Future [Internet]. [citado en 2019 Jul 3]. Disponible en: <https://seabinproject.com/>
12. 4ocean is Actively Cleaning our Oceans and Coastlines [Internet]. [citado en 2019 Jul 3]. Disponible en: <https://4ocean.com/>
13. About [Internet]. [cited 2019 Jul 3]. Available from: <https://4ocean.com/about>



14. Limpieza de costas – Fundación Ecomar [Internet]. [citado en 2019 Jul 3]. Disponible en: <https://fundacionecomar.org/limpieza-de-costas/>
15. Productos – Fundación Ecomar [Internet]. [citado en 2019 Jul 3]. Disponible en: <https://fundacionecomar.org/tienda/>
16. Redwave-EU - Home [Internet]. [citado en 2019 Jun 25]. Disponible en: <http://www.redwave.com/>
17. Plastic Recycling Machine & Plastic Recycling Line | Polystar Machinery [Internet]. [citado en 2019 Jun 29]. Disponible en : <https://www.polystarco.com/en/index.html>
18. Plastic Recycling System -Polystar Machinery [Internet]. [citado en 2019 Jun 29]. Disponible en: https://www.polystarco.com/en/products_i_Two_stage_single_screw.html
19. Máquina de reciclaje de plástico - Maquinaria Polystar [Internet]. [citado en 2019 Jun 29]. Disponible en: https://www.polystarco.com/en/products_i_Plastic_film_recycling_machine.html
20. Alimentación de la tolva que recicla la máquina - maquinaria de Polystar [Internet]. [citado en 2019 Jun 29]. Disponible en: https://www.polystarco.com/en/products_i_Hopper_feeding_single_stage.html
21. Máquinas y plantas de tratamiento de residuos [Internet]. [citado en 2019 Jun 25]. Disponible en: <http://coparm.es/>
22. Trituradora serie TR150, trituradoras industriales, trituradoras para reciclaje [Internet]. [citado en 2019 Jun 25]. Disponible en: <http://coparm.es/trituradoras/trituradora-serie-tr150/>
23. REDWAVE XRF-M [Internet]. [citado en 2019 Jun 25]. Disponible en: <http://www.redwave.com/es/reciclaje/metal/redwave-xrf-m>
24. REDWAVE NIR/C [Internet]. [citado en 2019 Jun 25]. Disponible en: <http://www.redwave.com/es/reciclaje/plastico/por-sensor/redwave-nirc/>
25. World Leaders in Incinerators | Incineration | Addfield [Internet]. [citado en 2019 Jun 26]. Disponible en: <https://addfield.com/>
26. Thermal & Electrical Energy Recovery | Energy Recovery | Addfield [Internet]. [citado en 2019 Jun 26]. Disponible en: <https://addfield.com/machines/thermal-electrical-energy-recovery-unit/>
27. Cintas transportadoras de caucho, cintas transportadoras de residuos, cintas transportadoras para reciclaje [Internet]. [citado en 2019 Jul 8]. Disponible en: <http://coparm.es/cintas-transportadoras/cintas-transportadoras-de-caucho/>
28. Gestion y reciclaje de envases industriales | Meditec [Internet]. [citado en 2019 Jul 2]. Disponible en: <https://envasesmeditec.com/>
29. Bidones Metálicos con Cierre a Ballesta | Envases Meditec [Internet]. [citado en 2019 Jun



- 30]. Disponible en: <https://envasesmeditec.com/bidones-metalicos-ballesta/>
30. Máquinas de embalaje - Italdibipack [Internet]. [citado en 2019 Jun 30]. Disponible en <https://www.italdibipack.es/>
31. Máquina embaladora de palets retráctil - Italdibipack [Internet]. [citado en 2019 Jun 30]. Disponible en: <https://www.italdibipack.es/embaladoras/>
32. Amela E. Diseño De Una Cinta Transportadora En Una Instalacion De Carga Automatica De Coque. Univ Jaume Esc Super Tecnol y Ciencias Exp. 2016;339.
33. Dunlop Conveyor Belting [Internet]. [citado en 2019 Jul 7]. Disponible en: <https://www.dunlopcb.com/>
34. Generales C. Tambores. :4–30.
35. Chevron (profiled belts) - Dunlop Conveyor Belting [Internet]. [citado en 2019 Jul 7]. A Disponible en: <https://www.dunlopcb.com/conveyor-belt/chevron-profiled-belts/>
36. Rotrans S.A. [Internet]. [citado en 2019 Jul 7]. Disponible en: <https://rotranssa.com/>
37. Generales C. Rodillos. (34):4–38.
38. Pol A. Estaciones. (34):4–18.
39. Wind and Solar Marine Power | Eco Marine Power [Internet]. [citado en 2019 May 27]. Disponible en: <https://www.ecomarinepower.com/en/aquarius-eco-ship/15-wind-and-solar-marine-power>
40. Paneles solares, energía solar y fabricantes de paneles | Trina Solar [Internet]. [citado en 2019 Jul 1]. Disponible en: <https://www.trinasolar.com/es>
41. EnergySail | Eco Marine Power [Internet]. [citado en 2019 Jul 9]. Disponible en: <https://www.ecomarinepower.com/en/energysail>
42. Paneles Solares Monocristalinos de Alta Potencia para Instalaciones de Gran Escala | Trina Solar [Internet]. [citado en 2019 Jul 1]. Disponible en: <https://www.trinasolar.com/es/product/tallmax/tallmaxmplus-dd14aii>
43. MÁXIMA EFICIENCIA 0/+5W TOLERANCIA POSITIVA DE POTENCIA 340-375W [Internet]. 2017 [citado en 2019 Jul 1]. Disponible en: www.trinasolar.com
44. Furukawa Battery TC. Precautions for Safe Use FCP-SERIES Long-life Valve Regulated Lead-acid battery for cycle use [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <http://www.furukawadenchi.co.jp/>
45. As DNVGL. RULES FOR CLASSIFICATION Ships Part 6 Additional class notations Chapter 6 Cold climate. 2016;(July).
46. RULES FOR CLASSIFICATION Ships Part 4 Systems and components Chapter 8 Electrical installations. 2018.
47. Ventura M, Ventura M, Carriers B. Bulk Carriers Ship Design I MSc in Marine Engineering and Naval Architecture Summary • Definition • Types of bulk carriers • Typical ship sizes



- Analysis of the Fleet • Types of cargo • Hull Structures-Class Notations • Cargo Zone-Typical Sections • Cement Carriers • Typical Sections of Ore Carriers • Loading/Unloading Equipment • Annex A. IACS Common Structural Rules for Bulk Carriers • Annex B. Additional Safety Measures for Bulk Carriers [Internet]. [citado en 2019 Jul 12]. Disponible en: <http://www.mar.ist.utl.pt/mventura/Projecto-Navios-I/EN/SD-1.4.3-Bulk Carriers.pdf>
- 48. Silentflex. Silentflex | Silentblocks Antivibratorios. <http://silentflex.com/> [Internet]. [citado en 2019 Jul 1]; Disponible en: <http://silentflex.com/>
- 49. MUELLES ANTIVIBRATORIOS SILENTFLEX ® [Internet]. [citado en 2019 Jul 1]. Disponible en: <http://silentflex.com/catalogs/muelleAmortiguadorAntivibratorio.pdf>
- 50. Silentflex. Silentblock de Muelle Aislador Antivibratorio. <http://silentflex.com/> [Internet]. [citado en 2019 Jul 1]; Disponible en: <http://silentflex.com/silentblock-de-muelle-aislador-antivibratorio>
- 51. Zimmer Group [Internet]. [citado en 2019 Jul 2]. Disponible en: <https://www.zimmer-group.de/es>
- 52. Modelo 6514GS1A Zimmer Group [Internet]. [citado en 2019 Jul 2]. Disponible en: https://www.zimmer-group.de/es/product/%24mn-zim-%24plc-v-%24pg-klbr-%24sr-kbhs_624695_1/kbhs6514gs1a#tecData
- 53. POSIBILIDADES DE USO [Internet]. [citado en 2019 Jul 2]. Disponible en: www.zimmer-group.de/de/plt.
- 54. Diseño, fabricación, renovación y mantenimiento de ascensores - Embarba [Internet]. [citado en 2019 Jul 7]. Available from: <https://www.embarba.com/es/inicio/>
- 55. Montacargas PRH [Internet]. [citado en 2019 Jul 7]. Available from: <https://www.embarba.com/wp-content/uploads/2017/10/montacargas.pdf>
- 56. RULES FOR CLASSIFICATION Ships Part 3 Hull Chapter 12 Openings and closing appliances. 2018.
- 57. RULES FOR CLASSIFICATION Ships Part 3 Hull Chapter 5 Hull girder strength. 2018.
- 58. RULES FOR CLASSIFICATION Ships Part 6 Additional class notations Chapter 1 Structural strength and integrity. 2018.
- 59. RULES FOR CLASSIFICATION Ships Part 3 Hull Chapter 8 Buckling. 2018.
- 60. DNV-GL. DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch6 Rules for Classification: Ships. Part 3: Hull. Chapter 6: Hull local scantling. 2015;(October):1–52. Disponible en: <https://rules.dnvgl.com/ServiceDocuments/dnvgl/#!/industry>
- 61. BULK JOYANCE [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <http://www.petronav.net/bulk-vessel-for-sale/mv-bulk-joyance-2012-blt-175-636-dwt>
- 62. OCEAN EMPEROR [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <http://www.petronav.net/bulk-vessel-for-sale/mv-ocean-emperor-2010-blt-182-143->

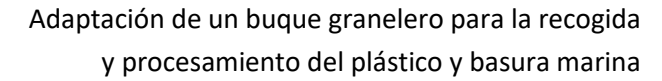


dwt

63. GRACEFUL MADONNA [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <http://www.petronav.net/bulk-vessel-for-sale/mv-graceful-madonna-2010-blt-180-242-dwt>
64. STELLA CHERISE [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <http://www.petronav.net/bulk-vessel-for-sale/mv-stella-cherise-2010-blt-177-832-dwt>
65. STELLA ALICE [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <http://www.petronav.net/bulk-vessel-for-sale/mv-stella-alice-2010-blt-180-157-dwt>
66. MARITIME POWER [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <http://www.petronav.net/bulk-vessel-for-sale/mv-maritime-power-2005-blt-176-346-dwt>
67. PACIFIC GLORY [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <http://www.petronav.net/bulk-vessel-for-sale/mv-pacific-glory-2004-blt-233-694-dwt>
68. Boats for sale China, boats for sale, used boat sales, Commercial Vessels For Sale 210,000DWT Bulk Carrier Dual Fuel Use - Apollo Duck [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <https://commercial.apolلودuck.com/boat/commercial-vessels-bulk-carrier/598808>
69. 292m Capesize Bulk Carrier - DWT 181383 - Horizon Ship Brokers, Inc. [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <https://horizonship.com/ship/292m-capesize-bulk-carrier-dwt-181383/?measure=1>
70. Prices for dry bulk carriers on the rise | Hellenic Shipping News Worldwide [Internet]. [citado en 2019 Jul 11]. Disponible en: <https://www.hellenicshippingnews.com/prices-for-dry-bulk-carriers-on-the-rise/>
71. full-text. Disponible en: <https://www.navantia.es/wp-content/uploads/2018/12/Folleto-Navantia-reparaciones-2019-.pdf>
72. Trabajo MDE, Social YS. MINISTERIO DE TRABAJO , MIGRACIONES. 2019;
73. POLYSTAR MACHINERY CO., LTD. - Plastic recycling machine, Plastic blown film machine [Internet]. [citado en 2019 Jul 10]. Disponible en: <https://polystar.en.alibaba.com/?spm=a2700.details.cordpanyb.1.485c2d203MvDnq>
74. Online Quotation Generator | StellarNet.us [Internet]. [citado en 2019 Jul 11]. Disponible en: <https://www.stellarnet.us/online-quotation-generator/>
75. italdibipack point s.l. Máquinas envolvedoras verticales Palets [Internet]. [citado en 2019 Jul 11]. Disponible en: <https://www.milanuncios.com/otros-motor/maquinas-envolvedoras-verticales-palets-273955816.htm>
76. Belt Band Conveyor Price, Wholesale & Suppliers - Alibaba [Internet]. [citado en 2019 Jul 11]. Disponible en: <https://www.alibaba.com/showroom/belt-band-conveyor-price.html>



77. Valgrup [Internet]. [citado en 2019 Jul 11]. Disponible en: <https://valgrup.es/oferta/>
78. Precio en España de Ud de Montacargas. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. [Internet]. [citado en 2019 Jul 11]. Disponible en: http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/Transporte/Montacargas/Montacargas_0_0_7_1.html
79. Precios de plásticos reciclados – Agosto 2018 – Recimex® [Internet]. [citado en 2019 Jul 11]. Disponible en: <http://www.recimex.com.mx/blog/?p=590>
80. BOLETIN DE PRECIOS Y TENDENCIAS [Internet]. 2016 [citado en 2019 Jul 11]. A Disponible en : http://anarpla.com/wp-content/uploads/2017/01/anarpla_ejemplo_boletin_precios.pdf
81. Precios de Chatarra España [Internet]. [citado en 2019 Jul 11]. Disponible en: <https://www.scrapmetalpricer.com/es/>



Technical drawing of a shredder machine (TR 150 M) showing three views: front, top, and side. The front view shows a hopper with a width of 3800 and a height of 2220. The top view shows a square base with a side length of 1160. The side view shows a hopper with a width of 2800 and a height of 2160. The machine is mounted on a base with a width of 4170 and a height of 500. The drawing includes dimensions for the hopper, the main body, and the base. The machine is labeled 'TR 150 M' and 'TRITURATORE MOD. TR_150_M'.

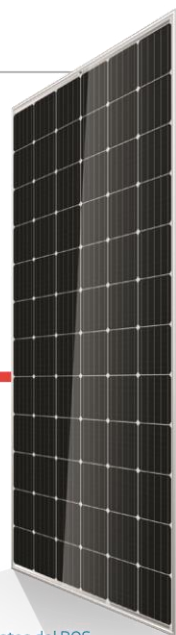
0	-	18/01/2009	PRIMA EMISSIONE	D.D.	N.F.	C.A.
REV.	ZONA	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO
(rev.)	(area)	(date)	(description)	(drawn by)	(checked by)	(approved by)
CRONOLOGIA REVISIONE (revision chronology)						
LAY OUT INGOMBRI			ENTE (department)	MACCHINA (machining)		
TRATTAMENTO (treatment)			PESO (weight) [Kg]	CODICE ARTICOLO (item code)		
MATERIALE/material			QUANTITA' (quantity)	DESCRIZIONE (description)		
FORM/size			SCALA/ scale	FOGLIO (sheet)/DE (of)		
A3			1/30	I		
OFFICE e stabilimento: Zona ind. Macchia - 75013 Ferrandina (MT) ☎ 0835 757014 - 757016 ☎ 0835 757008 ✉ coparm@coparm.it ✉ www.coparm.it			AZIENDA CON SISTEMA QUALITA' CERTIFICATO UNI EN ISO 9001 In accordo alle vigenti norme, CO.PAR.M. Srl considera questo documento un segreto aziendale e quindi ne proibisce la riproduzione, totale o parziale, a terzi senza autorizzazione scritta di CO.PAR.M. Srl. According to the law, CO.PAR.M. Srl considers this document a company secret and therefore prohibits any person to reproduce it, completely or in part, to others without written authorization of CO.PAR.M. Srl.			

Anexo 2 . Especificaciones de las placas solares

Mono Multi Soluciones

TALLMAX^M PLUS⁺ MODULE

TSM-DD14A (II)



72 CÉLULAS
MÓDULO MONOCRISTALINO

340-375W
RANGO DE POTENCIA

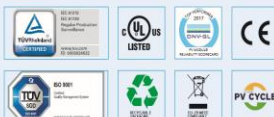
19,3%
MÁXIMA EFICIENCIA

0/+5W
TOLERANCIA POSITIVA
DE POTENCIA

Pays Fundada en 1997, Trina Solar es un proveedor líder de soluciones fotovoltaicas. Creemos que la cooperación con nuestros socios es crítica para alcanzar el éxito. Trina Solar distribuye hoy sus productos a más de 60 países del mundo. Trina Solar es capaz de suministrar un servicio excepcional a cada cliente en cada mercado, y la innovación y fiabilidad de sus productos viene respaldadas por ser Trina Solar una compañía sólida y estable. Estamos comprometidos en construir colaboraciones estratégicas y mutuamente beneficiosas con instaladores, distribuidores y desarrolladores de proyectos de todo el mundo.

Productos detallados y certificados de sistema

IEC61215/IEC61730/UL1703/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Sistema de gestión de calidad
ISO 14001: Sistema de gestión medioambiental
ISO14054: Verificación de gases efecto invernadero
OHSAS 18001: Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional



Trinasolar



Ideal para grandes proyectos

- Mayor superficie con más potencia que disminuye el tiempo de instalación y los costes del BOS



Excelente rendimiento en condiciones de poca luz en días nublados, mañanas y atardeceres

- Pasivación posterior de la célula
- Texturización avanzada de la superficie
- Emisor selectivo



Aprovecha el espacio con la máxima eficiencia

- Hasta 193 W/m² de densidad de potencia
- Coeficientes térmicos bajos para mayor producción energética a temperaturas de funcionamiento altas



Altamente fiable gracias a su riguroso control de calidad

- Más de 30 tests en fábrica (UV, TC, HF, y muchos más)
- Los tests en fábrica van más allá de los requisitos de certificación
- Todos los módulos han de pasar una inspección de electroluminiscencia
- Resistente a la degradación inducida por potenciales eléctricos
- Certificado UL 1000 V / IEC 1000 V



Certificados para condiciones mediambientales extremas

- Cargas de viento de 2400 Pa
- Cargas de nieve de 5400 Pa
- Piedras de granizo de 35 mm a 97 Km/h
- Resistencia al amoníaco
- Resistencia a la niebla salina
- Resistencia a la abrasión por arena y polvo

GARANTÍA DE POTENCIA LINEAL

10 años garantía de producto · 25 años garantía de potencia lineal



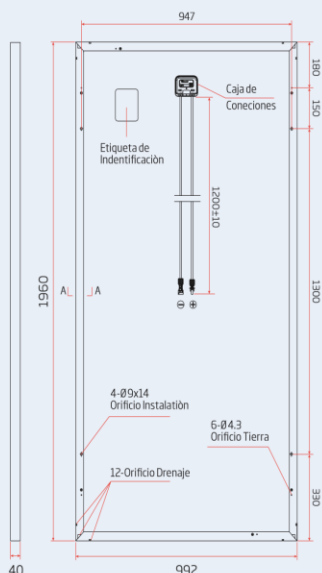


Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

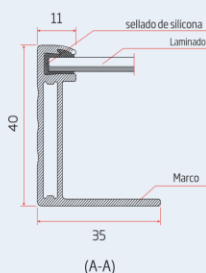
TALLMAXTM plus⁺

TSM-DD14A (II)

DIMENSIONES DEL MÓDULO FV TSM-DD14A (II) (Unidad: mm)

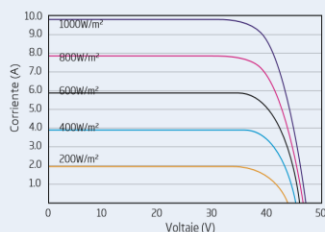


Vista trasera

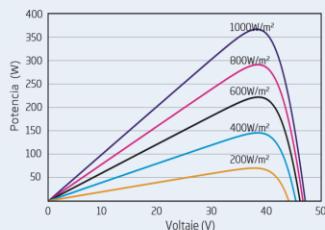


(A-A)

CURVAS I-V DEL MÓDULO FV (365W)



CURVAS P-V DEL MÓDULO FV (365W)



DATOS ELÉCTRICOS EN CONDICIONES STC	TSM-340	TSM-345	TSM-350	TSM-355	TSM-360	TSM-365	TSM-370	TSM-375
Potencia nominal-P _{max} (Wp)*	340	345	350	355	360	365	370	375
Tolerancia de potencia nominal (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Tensión en el punto P _{máx} -V _{MPP} (V)	38,2	38,5	38,7	38,8	39,0	39,3	39,7	40,0
Corriente en el punto P _{máx} -I _{MPP} (A)	8,90	8,96	9,04	9,14	9,24	9,30	9,33	9,37
Tensión en circuito abierto-V _{oc} (V)	46,2	46,7	47,0	47,4	47,7	48,0	48,3	48,5
Corriente de cortocircuito-I _{sc} (A)	9,50	9,55	9,60	9,65	9,70	9,77	9,83	9,88
Eficiencia del módulo η _m (%)	17,5	17,7	18,0	18,3	18,5	18,8	19,0	19,3

STC: Irradiancia 1000W/m², temperatura de célula 25°C, masa de aire AM1.5

*Tolerancia en la medida: ±3%

DATOS ELÉCTRICOS EN CONDICIONES TNC	TSM-340	TSM-345	TSM-350	TSM-355	TSM-360	TSM-365	TSM-370	TSM-375
Potencia máx.-P _{max} (Wp)	253	257	261	264	268	272	276	279
Tensión en el punto P _{máx} -V _{MPP} (V)	35,4	35,7	35,9	36,0	36,2	36,4	36,8	37,1
Corriente en el punto P _{máx} -I _{MPP} (A)	7,15	7,20	7,26	7,34	7,42	7,47	7,50	7,53
Tensión en circuito abierto-V _{oc} (V)	42,9	43,4	43,7	44,1	44,3	44,6	44,9	45,1
Corriente de cortocircuito-I _{sc} (A)	7,67	7,71	7,75	7,79	7,83	7,89	7,94	7,98

TNC: Irradiancia a 800 W/m², Temperatura ambiente 20 °C, Velocidad del viento 1 m/s.

DATOS MECÁNICOS

Células solares	Monocristalinas 156,75 × 156,75 mm
Distribución de las células	72 células (6 × 12)
Dimensiones del módulo	1960 × 992 × 40 mm
Peso	26,0 kg con cristal de 4,0 mm; 22,5 kg con cristal de 3,2 mm
Vidrio	Cristal de 4,0 mm para nuestro modelo Monocristalino PERC; Cristal de 3,2 mm para nuestro modelo estándar Monocristalino, alta transparencia, recubrimiento AR y vidrio solar templado
Capa trasera	Blanca
Marco	Aluminio anodizado
Caja de conexiones	IP67 o IP68
Cables	Resistente a los rayos UV, sección de cables 4,0 mm², 1200 mm
Conector	Países de la UE: 28 MC4 / UTX / TS4, Países no miembros de la UE: 28 QC4 / TS4

LÍMITES DE TEMPERATURA

Temperatura de Operación Nominal de la Célula (TONC)	44°C (±2K)
Coefficiente de temperatura de P _{max}	- 0,39%/K
Coefficiente de temperatura de V _{oc}	- 0,29%/K
Coefficiente de temperatura de I _{sc}	0,05%/K

GARANTÍA

10 años de garantía de fabricación
25 años de garantía de potencia lineal
(Consulte la garantía de producto para más información)

CONFIGURACIÓN DE EMBALAJE

Módulos por caja:	27 uds.
Módulos por contenedor de 40':	648 uds.

LÍMITES OPERATIVOS

Temperatura de operación	-40 a +85°C
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC) 1000VDC (UL)
Capacidad máxima del fusible*	15 A (Potencia ≤ 350 W) 20 A (Potencia ≥ 355 W)
Carga de nieve	5400 Pa
Carga de viento	2400 Pa

*NO conectar fusibles en la caja de conexiones con dos o más strings en conexión paralela

Trinasolar

PRECAUCIÓN: LEA LAS INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD E INSTALACIÓN ANTES DE UTILIZAR EL PRODUCTO.

© 2017 Trina Solar Limited. Todos los derechos reservados. Las especificaciones incluidas en esta hoja de producto están sujetas a cambios sin previo aviso. www.trinasolar.com

TSM_ES_2017_B

Anexo 3. Catálogo de silentblock



DESCRIPCIÓN

Los muelles antivibratorios Silentflex® pueden estar formados por un único silentblock o por un conjunto de estos. Cada antivibratorio dispone de un muelle metálico de alta resistencia y en su interior un cojín antivibratorio fabricado con hilos de acero inoxidable.

Los muelles antivibratorios se instalan con mucha facilidad y es posible fijarlos sin problema con tornillos normales, las metricas pueden ser modificadas según los requisitos del cliente.

Los antivibratorios que consten de un solo muelle pueden ser suministrados sin soportes, con uno solo o con dos si se les quiere fijar a través de dos taladros pasantes.

Todas las partes de nuestros muelles antivibratorios Silentflex® son resistentes a la corrosión además los muelles y los cojines metálicos interiores están especialmente diseñados para absorber la energía sísmica.

Los soportes de los muelles son zincados en los muelles simples y pintados en los múltiples.

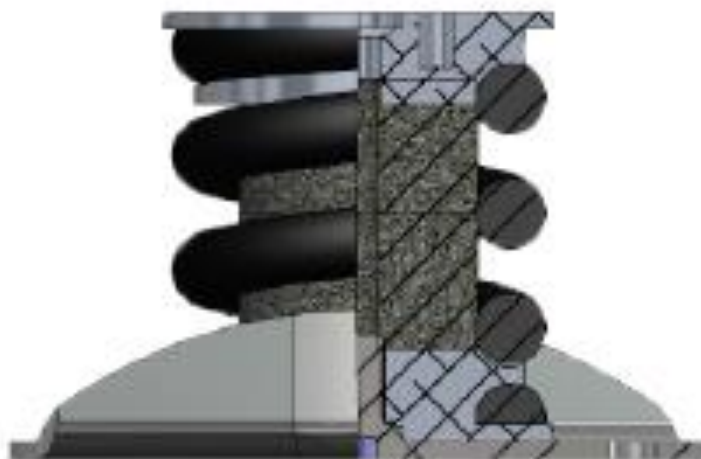


APLICACIONES

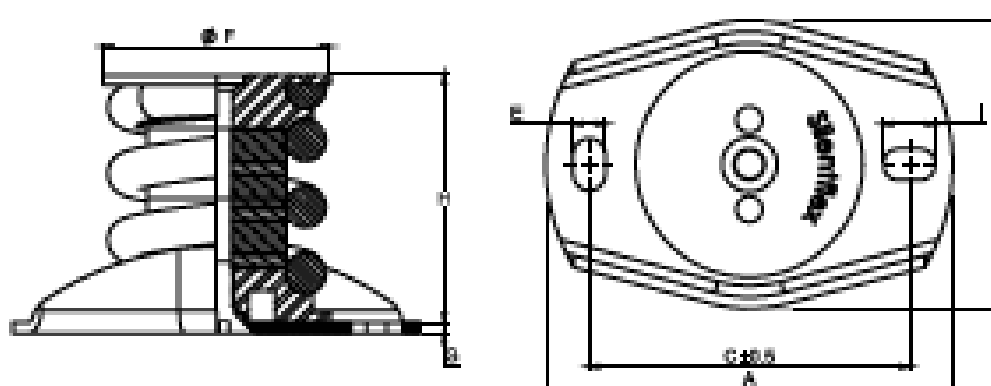
Las vibraciones, en las máquinas, se producen bien fruto de su propio proceso de trabajo (afectando al resto de equipos colindantes) o bien procedentes de otra maquinaria anexa. Nuestro silentblock de muelle antivibratorio es la solución definitiva para este problema:

- Frecuencia propia muy baja: entre 5 y 6 Hz. Para frecuencias de excitación de 10 Hz presenta unas excelentes propiedades de aislamiento.
- En el caso de transformadores permiten aislar incluso más de un 99 % las vibraciones generadas durante su funcionamiento.
- Soportan perfectamente la intemperie.
- Aislan de forma constante y estable ante un rango de cargas muy variable respecto de la nominal.
- Muy alta durabilidad.

CARACTERISITCAS TECNICAS



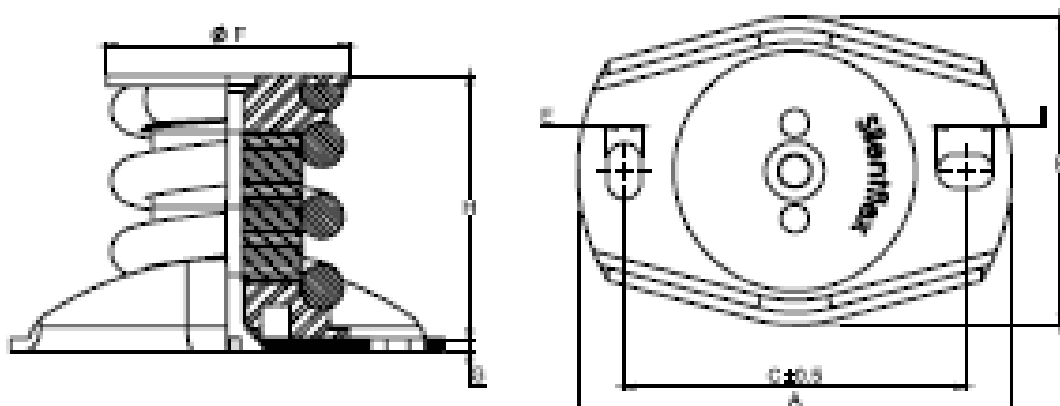
954057



Ref.	H Libre (mm)	h Bajo Carga (mm)	F (mm)	G	A (mm)	C (mm)	B (mm)	D (mm)	E (mm)	I (mm)	Carga Estática (Kg)	Fr (Hz)
954057-01	59	47,5	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	6 ± 10,5	7-9
954057-02	59	47,5	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	7,5 ± 13,5	7-9
954057-03	59	47,5	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	12 ± 20	7-9
954057-04	59	47,5	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	18 ± 30	7-9
954057-05	59	47,5	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	24 ± 46	7-9
954057-06	59	47,5	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	40 ± 75	7-9
954057-01S	61,5	50 ± 2	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	6 ± 10,5	7-9
954057-02S	61,5	50 ± 2	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	7,5 ± 13,5	7-9
954057-03S	61,5	50 ± 2	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	12 ± 20	7-9
954057-04S	61,5	50 ± 2	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	18 ± 30	7-9
954057-05S	61,5	50 ± 2	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	24 ± 46	7-9
954057-06S	61,5	50 ± 2	47	2,5	90	69,5	60	MB	7	15	40 ± 75	7-9

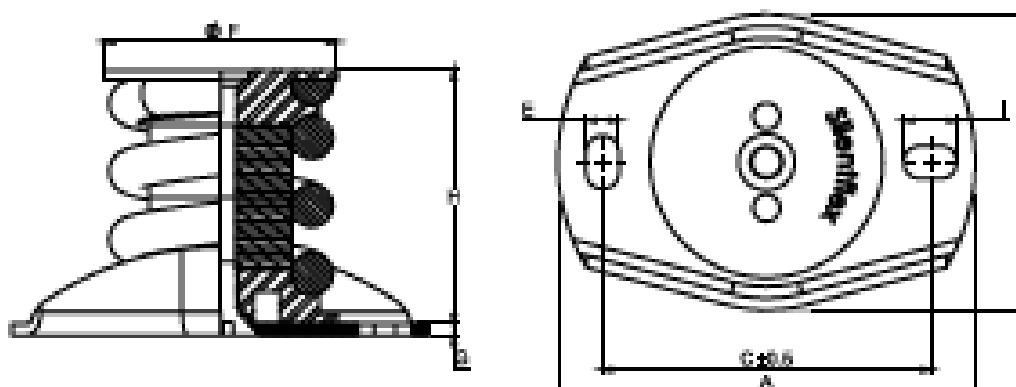


954058



Ref.	H Libre (mm)	h Bajo Carga (mm)	F (mm)	G	A (mm)	C (mm)	B (mm)	D (mm)	E (mm)	I (mm)	Carga Estática (Kg)	Pr (Hz)
954058-01	59	47,5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	5 a 7	5-6
954058-02	59	47,5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	6 a 9	5-6
954058-03	59	47,5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	9 a 14	5-6
954058-04	59	47,5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	14 a 20	5-6
954058-05	59	47,5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	20 a 30	5-6
954058-06	59	47,5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	30 a 50	5-6
954058-015	61,5	50 ± 3	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	5 a 7	5-6
954058-025	61,5	50 ± 3	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	6 a 9	5-6
954058-035	61,5	50 ± 3	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	9 a 14	5-6
954058-045	61,5	50 ± 3	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	14 a 20	5-6
954058-055	61,5	50 ± 3	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	20 a 30	5-6
954058-065	61,5	50 ± 3	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	30 a 50	5-6

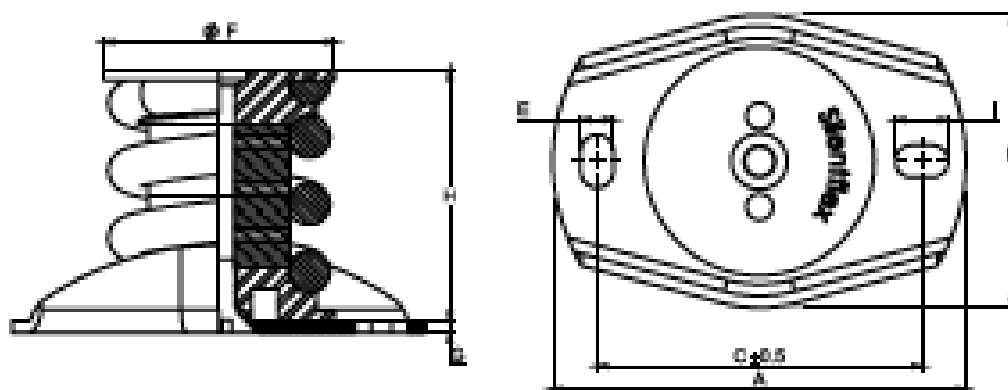
954059



Ref.	H Libre (mm)	h Bajo Carga (mm)	F (mm)	G	A (mm)	C (mm)	B (mm)	D (mm)	E (mm)	I (mm)	Carga Estatica (Kg)	Fr (Hz)
954059-01	88	68	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	5 a 7	3-4
954059-02	88	68	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	6 a 9	3-4
954059-03	88	68	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	9 a 14	3-4
954059-04	88	68	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	14 a 20	3-4
954059-05	88	68	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	20 a 30	3-4
954059-06	88	68	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	30 a 50	3-4
954059-015	90,5	70,5 ± 5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	5 a 7	3-4
954059-025	90,5	70,5 ± 5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	6 a 9	3-4
954059-035	90,5	70,5 ± 5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	9 a 14	3-4
954059-045	90,5	70,5 ± 5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	14 a 20	3-4
954059-055	90,5	70,5 ± 5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	20 a 30	3-4
954059-065	90,5	70,5 ± 5	47	2,5	90	69,6	60	M8	7	15	30 a 50	3-4



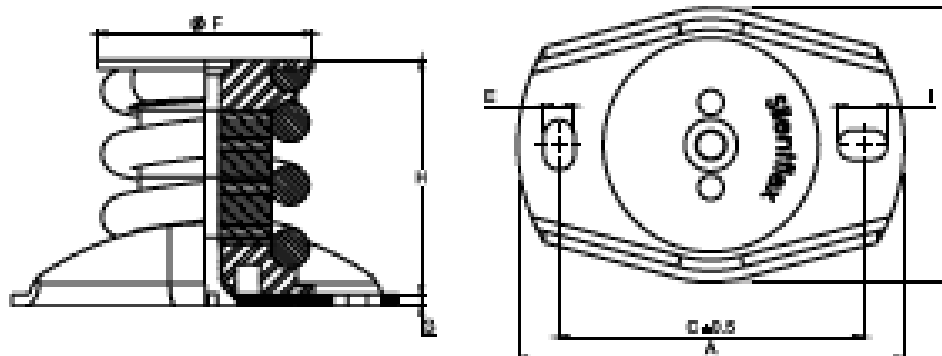
954060



Ref.	H Libre (mm)	h Max. Load (mm)	F (mm)	G	A (mm)	C (mm)	B (mm)	D (mm)	E (mm)	I (mm)	Carga Estática (Kg)	Pr (Hz)
954060-01	88	78±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	40 ± 85	7-9
954060-02	88	78±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	65 ± 125	7-9
954060-03	88	78±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	110 ± 190	7-9
954060-04	88	78±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	175 ± 270	7-9
954060-05	88	78±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	250 ± 400	7-9
954060-06	88	78±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	360 ± 560	7-9
954060-07	88	78±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	540 ± 730	7-9
954060-015	93	83±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	40 ± 85	7-9
954060-025	93	83±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	65 ± 125	7-9
954060-035	93	83±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	110 ± 190	7-9
954060-045	93	83±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	175 ± 270	7-9
954060-055	93	83±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	250 ± 400	7-9
954060-065	93	83±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	360 ± 560	7-9
954060-075	93	83±3	78	5	140	110	100	M12	11	18	540 ± 730	7-9



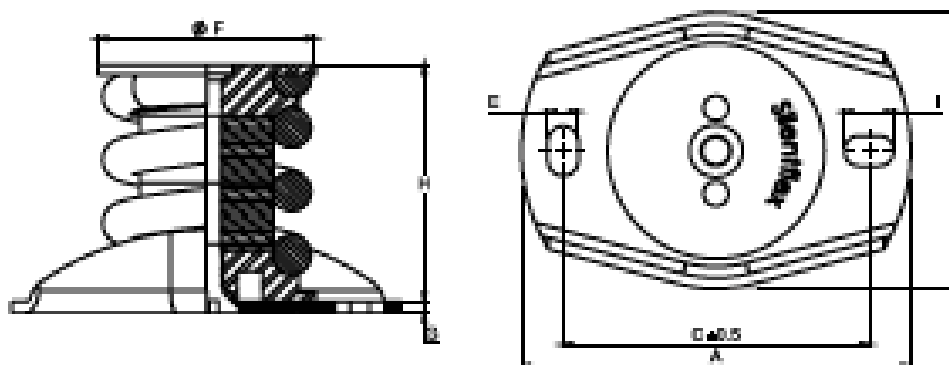
954061



Ref.	H Libre (mm)	h Bajo Carga (mm)	F (mm)	G (mm)	A (mm)	C (mm)	B (mm)	D (mm)	E (mm)	I (mm)	Carga Estática (Kg)	Pt (Hz)
954061-01	88	78+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	30 a 48	5-6
954061-02	88	78+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	48 a 80	5-6
954061-03	88	78+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	80 a 125	5-6
954061-04	88	78+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	125 a 195	5-6
954061-05	88	78+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	195 a 310	5-6
954061-06	88	78+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	310 a 420	5-6
954061-07	88	78+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	420 a 560	5-6
954061-01S	93	83+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	30 a 48	5-6
954061-02S	93	83+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	48 a 80	5-6
954061-03S	93	83+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	80 a 125	5-6
954061-04S	93	83+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	125 a 195	5-6
954061-05S	93	83+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	195 a 310	5-6
954061-06S	93	83+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	310 a 420	5-6
954061-07S	93	83+3	78	5	140	110	100	M12	11	18	420 a 560	5-6



954062



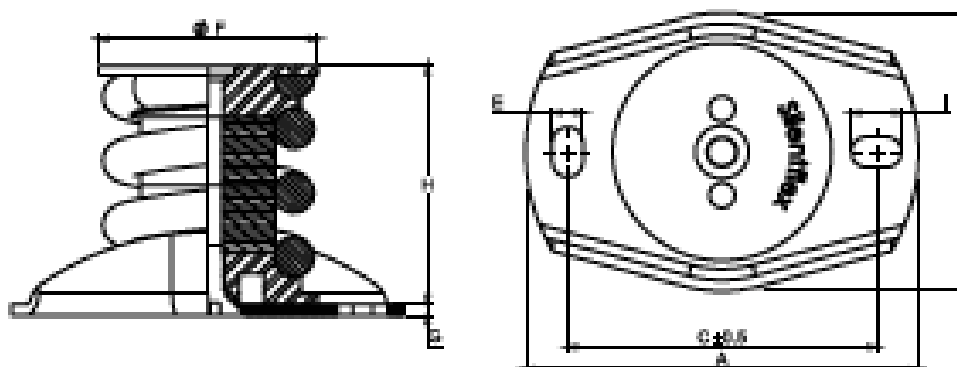
Ref.	H Libre (mm)	h Bajo Carga (mm)	F (mm)	G	A (mm)	C (mm)	B (mm)	D (mm)	E (mm)	I (mm)	Carga Estática (Kg)	Fr (Hz)
954062-01	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	75 a 105	3-4
954062-02	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	95 a 130	3-4
954062-03	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	115 a 160	3-4
954062-04	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	160 a 230	3-4
954062-05	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	220 a 310	3-4
954062-06	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	300 a 415	3-4
954062-07	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	410 a 550	3-4
954062-015	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	75 a 105	3-4
954062-025	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	95 a 130	3-4
954062-035	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	115 a 160	3-4
954062-045	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	160 a 230	3-4
954062-055	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	220 a 310	3-4
954062-065	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	300 a 415	3-4
954062-075	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	410 a 550	3-4

ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification



954062

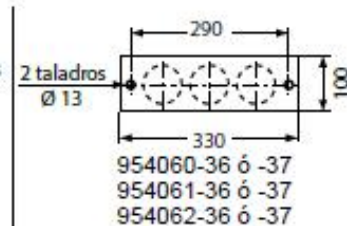
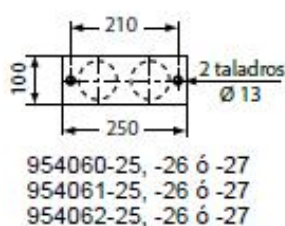
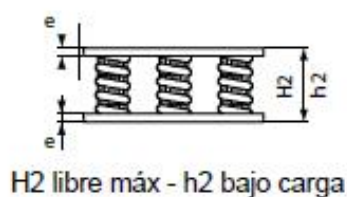


Ref.	H Libre (mm)	h Bajo Carga (mm)	F (mm)	G	A (mm)	C (mm)	B (mm)	D (mm)	E (mm)	I (mm)	Carga Estática (Kg)	Fr (Hz)
954063-01	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	98 a 137	4-5
954063-02	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	124 a 169	4-5
954063-03	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	150 a 208	4-5
954063-04	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	208 a 299	4-5
954063-05	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	286 a 403	4-5
954063-06	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	390 a 540	4-5
954063-07	142	120	78	5	140	110	100	M12	11	18	533 a 755	4-5
954063-01S	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	98 a 137	4-5
954063-02S	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	124 a 170	4-5
954063-03S	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	150 a 208	4-5
954063-04S	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	208 a 299	4-5
954063-05S	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	286 a 403	4-5
954063-06S	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	390 a 540	4-5
954063-07S	147	125	78	5	140	110	100	M12	11	18	533 a 755	4-5



AMORTIGUADORES CON MULTIPLES MUELLES

Podemos fabricar nuestros muelles antivibratorios Silentflex® en cualquier tipo de combinación dependiendo de las necesidades del cliente, ver algunos casos de ejemplo:



Referencia	Carga Estática (Kg)	H2 Libre (mm)	H2 Bajo Carga (mm)	e (mm)	Peso total maquina* (Kg)
954060-25	500 a 800	96	86 ± 3	4	2000 a 3200
954060-26	720 a 1120	96	86 ± 3	4	2880 a 4480
954060-27	1080 a 1460	106	94 ± 3	8	4320 a 5840
954060-36	1080 a 1680	106	94 ± 3	8	4320 a 6720
954060-37	1620 a 2190	106	94 ± 3	8	6480 a 8760
954061-25	390 a 620	106	94 ± 3	8	1.560 a 2.480
954061-26	620 a 840	106	94 ± 3	8	2.480 a 3.360
954061-27	840 a 1.120	106	94 ± 3	8	3.720 a 4.480
954061-28		106	94 ± 3	8	
954061-36	930 a 1.260	106	94 ± 3	8	3.790 a 5.040
954061-37	1.260 a 1.680	106	94 ± 3	8	5.040 a 6.720
954061-38		106	94 ± 3	8	

*La casilla de Peso total de la maquina de la tabla es para un ejemplo de 4 soportes.





Adaptación de un buque granelero para la recogida
y procesamiento del plástico y basura marina

CONTACTO

Dirección:

C/ Industria 77, Parque empresarial Tirso G. 21 - 39610 El Astillero - Cantabria-
Spain.

Telefono:

942 544 223

Fax:

942 544 224

E-mail:

silentflex@silentflex.com

Web:

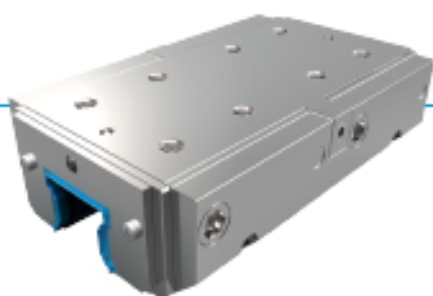
www.silentflex.com



Anexo 4. Catalogo del carro de desplazamiento

ELEMENTOS DE SUJECCIÓN Y DE FRENADO | HIDRÁULICA SERIE KBHS

► VENTAJAS DE PRODUCTO



- **Amplia gama de productos**
Para todas las guías lineales precisas y rígidas de uso corriente
- **Cerrado sin energía (NC)**
Mediante acumulador de energía por resorte
- **La potencia**
Hasta 500.000 ciclos de enclavamiento estáticos
- **Elemento de seguridad**
Enclavamiento seguro en caso de caída de energía

► EL PRODUCTO ADECUADO PARA SU APLICACIÓN

POSIBILIDADES DE USO

- Enclavamiento y frenado de sistemas de manipulación pesados
- Frenado en situaciones de parada de emergencia
- Enclavamiento en caso de caída de presión

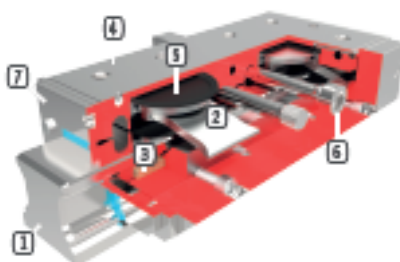
OTRAS INFORMACIONES

- **Variantes especiales bajo demanda, p. ej.**
Con conexión hidráulica adicional (desde arriba, desde delante)

► SUS VENTAJAS EN DETALLE

aun
disponible

- 1 Gula lineal precisa y rígida
 - Disponible para todas las gulas lineales precisas y rígidas de uso corriente
- 2 Palanca accionada
 - Sirve para abrir el elemento
- 3 Zapatas de freno y mordazas de sujeción
 - Se comprime en las superficies lisas de la gula lineal precisa y rígida
- 4 Carcasa
 - de acero niquelado químicamente
- 5 Membrana
 - Para la aplicación de presión de hasta 160 bar
- 6 Tornillos de expansión
 - Para la generación de la fuerza de enclavamiento
- 7 Rascador
 - Incluido en el suministro



► INFORMACIÓN SOBRE LA SERIE

DATOS TÉCNICOS

Tamaño de gulas	25-125 mm
Fuerza de sujeción	7500-18000 N
Presión de servicio admisible máx.	160 bar
Presión de punta admisible máx.	180 bar
Acumulador por muelle	disponible
Conexión PLUS	No
Ciclos de enclavamiento (valor B10d)	hasta 100 000
Ciclos de frenado dinámicos	hasta 2000
Accionamiento	hidráulico
Temperatura de servicio	-10 ... +70 [°C]



► Información técnica

Toda la información a un clic: www.zimmer-group.de
Encuentre mediante el n.º de pedido los datos, los dibujos, los modelos en 3D y las instrucciones de servicio del producto que desea en función de su tamaño.
Rápido, claro y siempre actualizado.

► Ayuda de selección para elementos de sujeción y frenado

No importa para qué posibilidad de uso: aquí encontrará el producto adecuado.
Fácil selección del elemento adecuado para cualquier combinación de camión-carro: www.zimmer-group.de/de/plf.

Anexo 5. Baterías

Precautions for Safe Use

● To use the battery safely and properly, be sure to read the instruction manual before use.

Danger

- For stationary batteries, ensure that the room is well ventilated so that the hydrogen concentration is 0.6% or less. Failure to do so may cause fire or explosion.
- Do not install the battery in a poorly-ventilated area where the hydrogen concentration becomes more than 0.6% or near open flame. Doing so may cause fire or explosion.

Caution

- The service temperature range of the battery is from -15 to 45°C. Using the battery outside this range may accelerate deterioration or cause the battery to freeze or overheat, resulting in damage or deformation.
- Do not use this battery where it is exposed to direct sunlight. Doing so may cause the parts of the battery to deteriorate.
- Do not expose the battery to water or seawater. Doing so may cause damage to the battery or fire, or cause the terminals or connecting plates to corrode.
- Do not use the battery near a heat source. Doing so may cause damage to the battery or cause the battery life to shorten.
- Do not use the battery in dusty areas. Doing so may cause a short-circuit.
- Charge the battery under the charging conditions recommended by Furukawa Battery. Failure to do so may result in insufficient charging, electrolyte leakage, temperature rise, explosion, deterioration in performance, or reduced service life.
- Ensure that the maximum discharge current is not exceeded for more than 1 minute for 3C₁₀A or for more than 5 seconds for 6C₁₀A. Failure to do so may cause damage to the battery.
- Periodically inspect the battery. If the results deviate from the standards specified in the instruction manual, follow the steps in the instruction manual. Using the battery with such deviations may cause damage to the battery or burnout.



*Actual colors may differ slightly from those in the photo due to printing limitations.
The illustrations in this catalog are conceptual images.

Contact Information

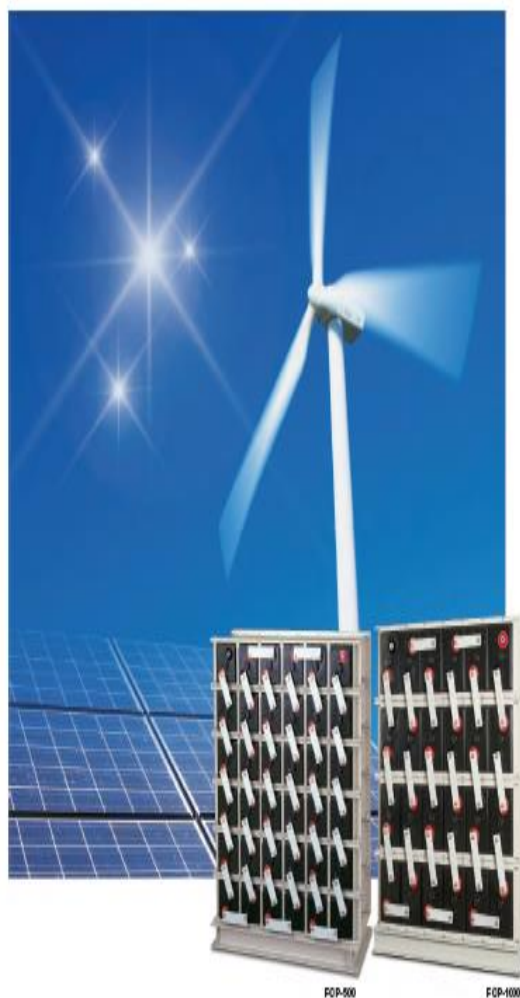
THE FURUKAWA BATTERY CO., LTD.

Head Office
2-4-1 Hoshikawa, Hodogaya-Ku, Yokohama City, Kanagawa Prefecture
240-0006 JAPAN
<http://www.furukawadenchi.co.jp/>

FB FURUKAWA BATTERY

Long-life Valve Regulated Lead-acid battery for cycle use

FCP-SERIES



FB FURUKAWA BATTERY

BLE 18b

BC-1807-2C-08

Furukawa long life battery suitable for cycle use

Furukawa has achieved a space-saving unit configuration
with higher durability and longer life that is optimized
for cycle use that alternately repeats battery charge and discharge.

Longer cycle life

Improved durability and longer cycle life achieved by highly corrosion-resistant alloy used in the positive electrode grid, higher density of active materials and the use of additives which suppress the softening of positive electrodes and active materials.

Partial charge operation allowed

Operation under partial state of charge (PSOC) allowed by superior charge acceptance (to conventional lead batteries) achieved by improved conductivity of the negative electrodes by new additives and higher conversion rate of lead sulfate to active materials.
※ Equalized charge required.

Multistage loading allowed

- ★ Save installation space
- ★ Shorter time for installation
- ★ Easier maintenance
(Front placement of battery cell terminals)



3 unit stacks

Help from Furukawa for cycle use that will be
more widely used in the next generation.

Wide cycle use coverage

Natural energy

(PV generator, wind power generation, etc.) systems

Electric power storage systems

(Load leveling, peak cut)



Commercial facilities



Schools, hospitals, public facilities



Office buildings

Main Specifications

Type		FCP-500	FCP-1000
Nominal Voltage		2V	2V
Capacity (25°C)	0.1C ₁₀ A discharge (1.2V=)	500Ah	1000Ah
	0.16C ₁₀ A discharge (1.2V=)	425Ah	850Ah
	0.25C ₁₀ A discharge (1.2V=)	375Ah	750Ah
	0.4C ₁₀ A discharge (1.2V=)	300Ah	600Ah
Capacity (5°C)	0.1C ₁₀ A discharge (1.2V=)	465Ah	930Ah
	0.16C ₁₀ A discharge (1.2V=)	385Ah	770Ah
	0.25C ₁₀ A discharge (1.2V=)	335Ah	670Ah
	0.4C ₁₀ A discharge (1.2V=)	265Ah	530Ah
Mono cell	Dimensions (mm)	Height	506
		Width	172
		Length	303
	mass (kg)		41

※ C₁₀ is capacity of 10 hour rate.

Unit Type		FCP-500-12	FCP-1000-12
Unit	Storage cell no.	6cell	6cell
	Voltage	12V	12V
	Capacity (10HR)	500Ah	1000Ah
	Nominal Energy Capacity	6kWh	12kWh
	Dimensions (mm)	Height	336
		Width	1141
		Depth	505
	Mass(kg)	280	560
	Mass Energy Density (Wh/kg)	21	24
	Volume Energy Density (kWh/m ³)	51	61
	Floor Load (kg/m ²)	406	868

Main Performance

Estimated life at 25°C	Cycle no. (Our company's recommended condition)	4200 cycles (DOD 70%)
	Estimated life	14 years (300 cycles / year)
	Above condition	Discharge within 0.25C ₁₀ A charge: multi-step charging or CC+CV
	Charge Amount	104%
*The total discharge electric quantity and usage period, which vary depending on the operation conditions and other factors, are not guaranteed values.	Usage range as PSOC (e.g.)	80C:30-90%
	Control voltage (e.g.)	1.2V-2.35V / cell
	Equalizing charge voltage	2.45V / cell
	Total discharge electric quantity	2,200kAh
Maximum current at continuous operation	Charge	0.2C ₁₀ A
	Discharge	0.4C ₁₀ A
Operating temperature range	Charge	0-40°C
	Discharge	+15-45°C
	Storage	-15-40°C

※ DOD(Depth of discharge) ※ SOC(State of charge)

FCP-500 multi-unit battery combinations and outer dimensions (example)

Combination	C-Block (N)	FCP-500-12 unit(s)	B-Block (N)	Nominal voltage of combined batteries (V)	Rated capacity (Ah / 10HR)	Outer dimensions of combined batteries (approx. mm)	Weight of combined batteries (approx. kg)
1-stack	36	6	1	72	500	1100 1141 — 560 —	1,710
1-stack 1 line side-by-side	72	12	2	144	500	1100 — 2532 560 —	3,420
1-stack 2 lines back to back	72	12	2	144	500	1100 1141 — — 1075	3,500

Combination	C-Block (N)	FCP-500-12 unit(s)	B-Block (N)	Nominal voltage of combined batteries (V)	Rated capacity (Ah / 10HR)	Outer dimensions of combined batteries (approx. mm)	Weight of combined batteries (approx. kg)
1-stack	24	4	1	48	500	900 900 — 560 —	1,150
1-stack 1 line side-by-side	48	8	2	96	500	900 — 2532 560 —	2,300
1-stack 2 lines back to back	48	8	2	96	500	900 1141 — — 1075	2,390

* Reference

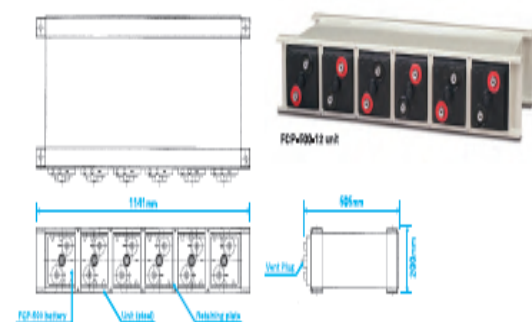
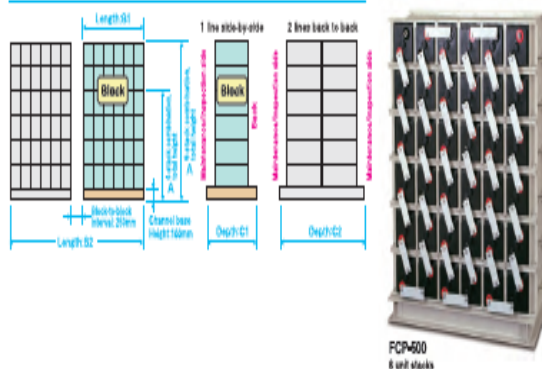


Diagram of combined multi-unit batteries



Remarks

- * A block formed by a set of multiple units loaded.
- * Standard blocks of ours are the six-stage loading (FCP-500) (Earthquake resistance: static horizontal acceleration is 1G or below, and static vertical acceleration is 0.5G or below).
- * External dimensions given in Tables are references for our standard products.
- * Total heights do not include the terminals.
- * Total heights include the channel base (100 mm).
- * Blocks are separated by 250 mm in horizontal installation.
- * Larger capacity achieved by parallel installation.
- * For customized installation and capacity, contact us.

FCP-1000 multi-unit battery combinations and outer dimensions (example)

Combination	C-Block (N)	FCP-1000-12 unit(s)	B-Block (N)	Nominal voltage of combined batteries (V)	Rated capacity (Ah / 10HR)	Outer dimensions of combined batteries (approx. mm)	Weight of combined batteries (approx. kg)
1-stack	24	4	1	48	1000	1444 1141 — 560 —	2,150
1-stack 1 line side-by-side	48	8	2	96	1000	1444 — 2532 560 —	4,300
1-stack 2 lines back to back	48	8	2	96	1000	1444 1141 — — 1075	4,380

Combination	C-Block (N)	FCP-1000-12 unit(s)	B-Block (N)	Nominal voltage of combined batteries (V)	Rated capacity (Ah / 10HR)	Outer dimensions of combined batteries (approx. mm)	Weight of combined batteries (approx. kg)
1-stack	18	3	1	36	1000	1109 1141 — 560 —	1,610
1-stack 1 line side-by-side	36	6	2	72	1000	1109 — 2532 560 —	3,220
1-stack 2 lines back to back	36	6	2	72	1000	1109 1141 — — 1075	3,300

* Reference

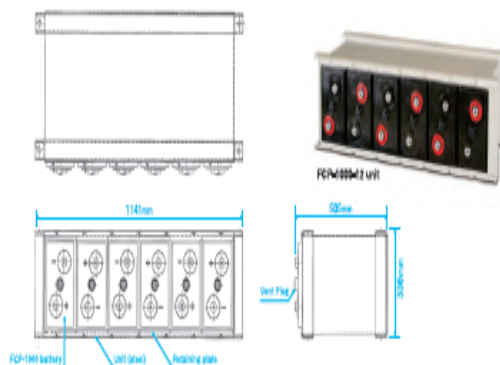
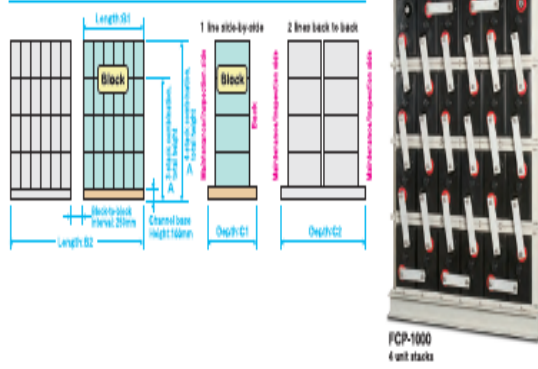


Diagram of combined multi-unit batteries

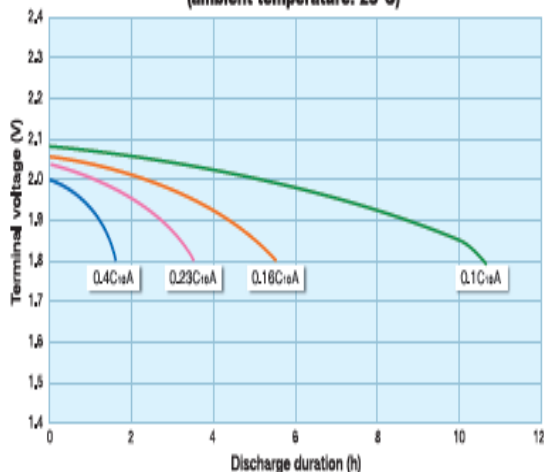


Remarks

- * A block formed by a set of multiple units loaded.
- * Standard blocks of ours are the four-stage loading (FCP-1000) (Earthquake resistance: static horizontal acceleration is 1G or below, and static vertical acceleration is 0.5G or below).
- * External dimensions given in Tables are references for our standard products.
- * Total heights do not include the terminals.
- * Total heights include the channel base (100 mm).
- * Blocks are separated by 250 mm in horizontal installation.
- * Larger capacity achieved by parallel installation.
- * For customized installation and capacity, contact us.

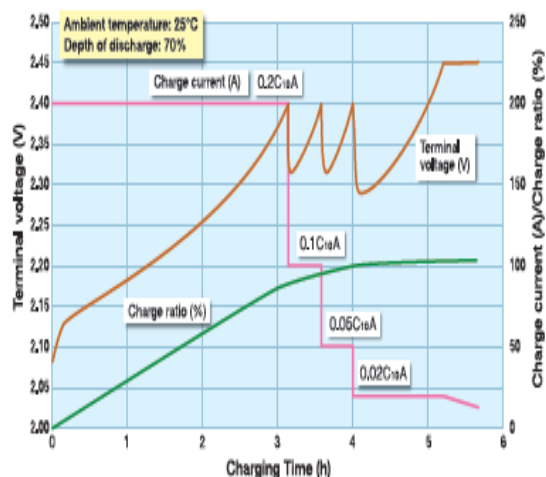
Main Characteristics

Discharge characteristic (example)
(ambient temperature: 25°C)



Note) Discharge characteristics vary depending on the charging condition and other such factors.
This characteristic graph is an example and does not guarantee the characteristics.

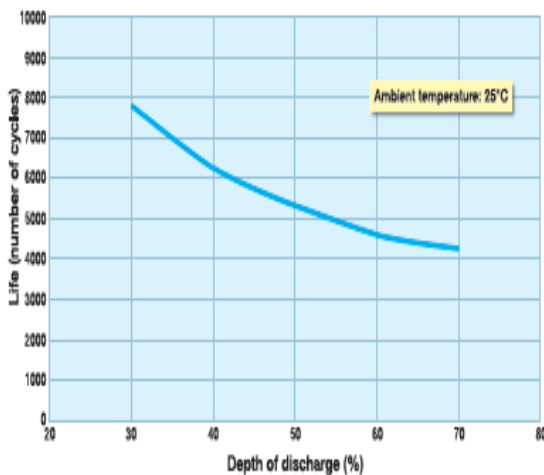
Multi-step charging characteristic (example)



Multi-step charging condition:
Step 1: 0.2C₁₀A → Step 2: 0.1C₁₀A → Step 3: 0.05C₁₀A (change charging voltage: 2.40 V/cell)
→ Step 4: 0.02C₁₀A (Voltage is set to 2.45 V/cell; charged up to 104% the discharge volume)
Memo) Discharge before charging: 0.1C₁₀A x 7 h

Note 1) Charge characteristics vary depending on the condition of the battery.
This characteristic graph is an example and does not guarantee the characteristics.
Note 2) This graph is in case of FCP-1000.

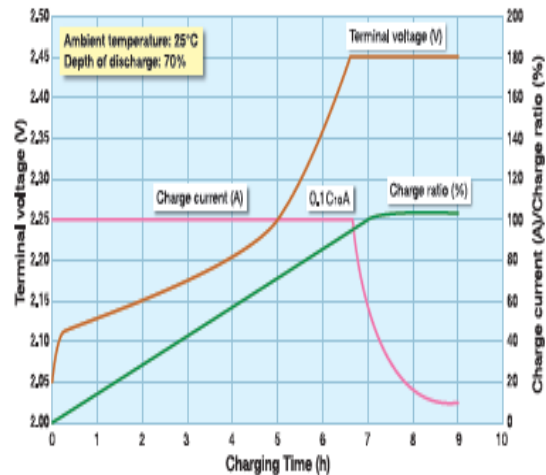
Relationship between depth of discharge and life



Note 1) Depth of discharge is the ratio for the 0.23C₁₀A capacity.
Amount of charge is 104% to 100% of discharge.

Note 2) The battery life, which widely varies depending on the operating temperature, use, and other conditions, is not a guaranteed value.

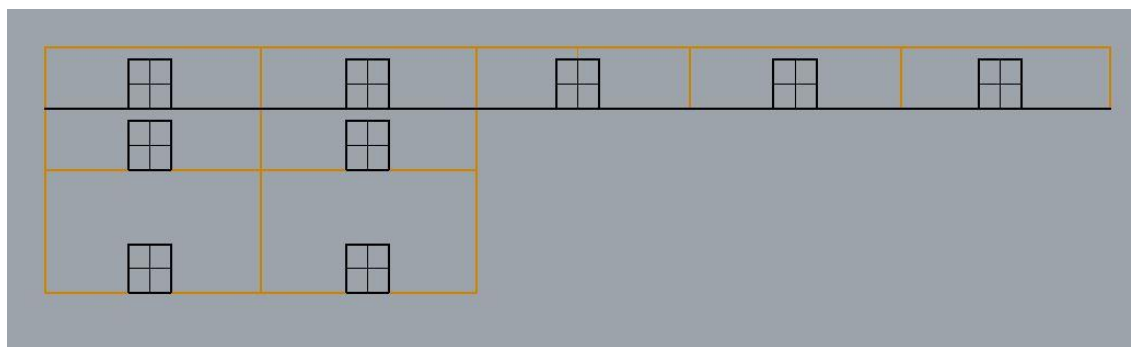
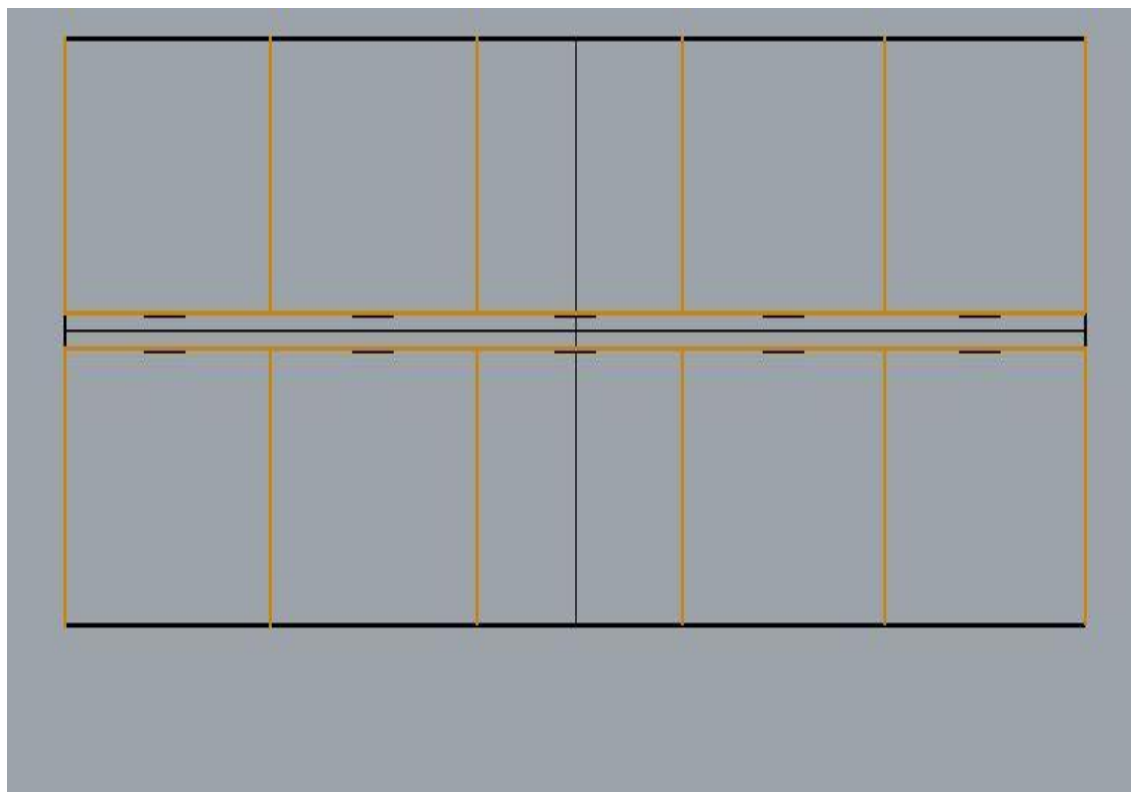
Continuous current/voltage charge characteristic (example)



Continuous current/voltage charge condition: Voltage is set to 2.45 V/cell; charged up to 104% the discharge volume with a maximum charge current of 0.1C₁₀A
Memo) Discharge before charging: 0.1C₁₀A x 7 h

Note 1) Charge characteristics vary depending on the condition of the battery.
This characteristic graph is an example and does not guarantee the characteristics.
Note 2) This graph is in case of FCP-1000.

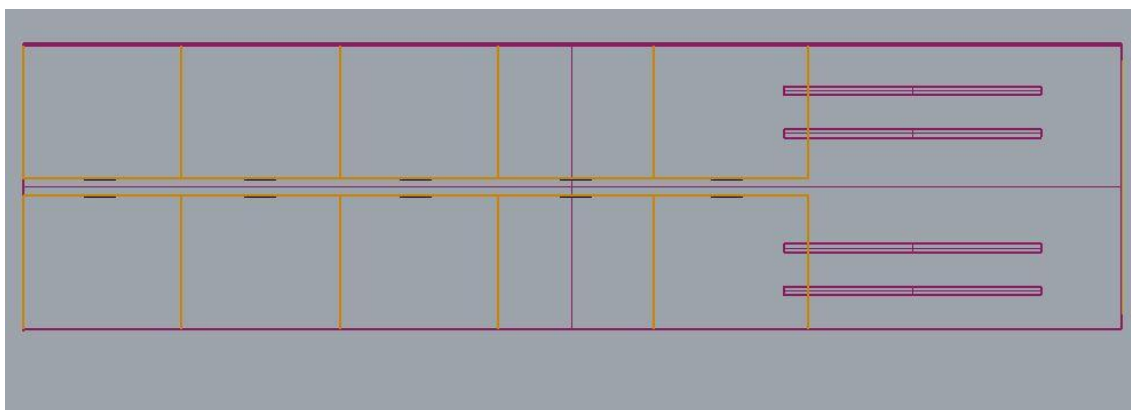
Anexo 6. Planta y perfil cubierta 3



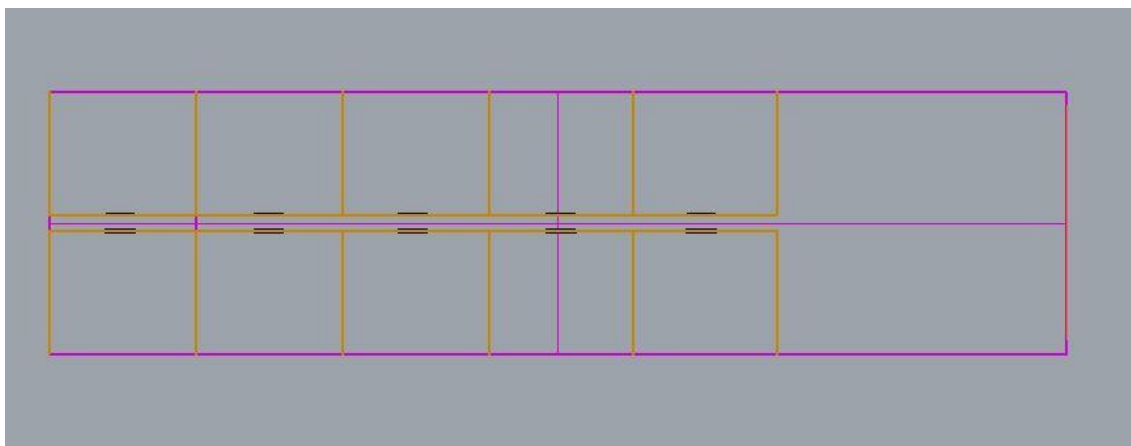
Anexo 7. Planta y perfil cubierta 2



Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina



Anexo 8. Planta y perfil cubierta 1





Adaptación de un buque granelero para la recogida y procesamiento del plástico y basura marina

